STORAGE ITEM
ASIAN

LPA - C65C
UBC LIBRARY

Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
University of British Columbia Library

http://www.archive.org/details/liuxinglun00chen

FRONT

# 流 星 論

陳 遵 嬀

國立中央研究院天文研究所印行

中 華 民 國 十 九 年 六 月

PUBLISHED BY
THE NATIONAL RESEARCH INSTITUTE OF ASTRONOMY
ACADEMIA SINICA
June, 1930.

# 目　錄


I. 總論

II. 流星羣

III. 彗星與流星

IV. 流星之軌道

V. 流星觀測法

VI. 觀測結果之統計

VII. 隕星

VIII. 黃道光與對日照

IX. 結論——流星天文學之發達

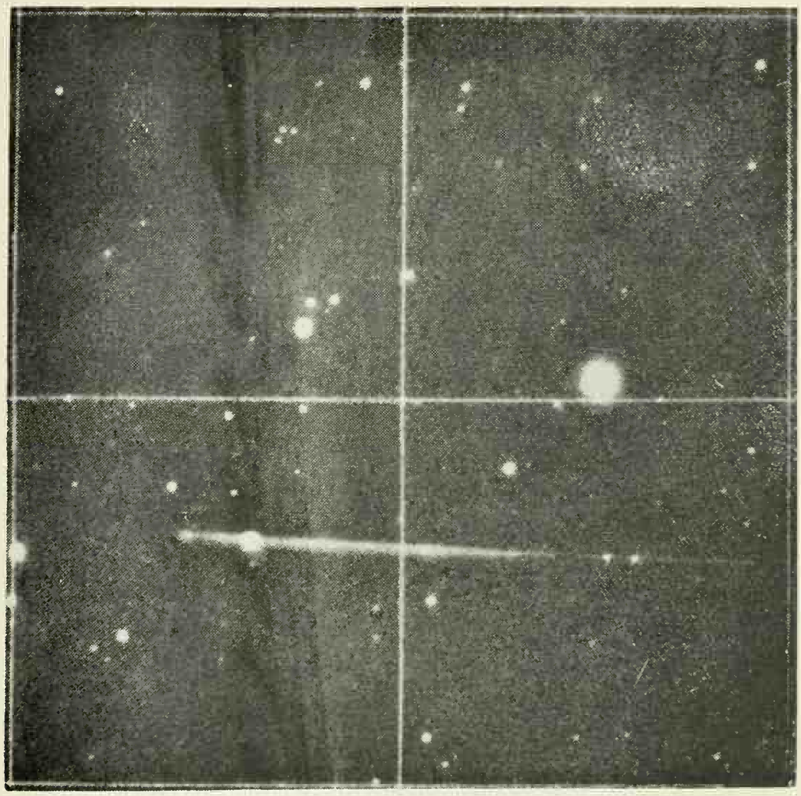
70
QB 741
C 55
1930

# 流 星 論

陳 遵 嬀

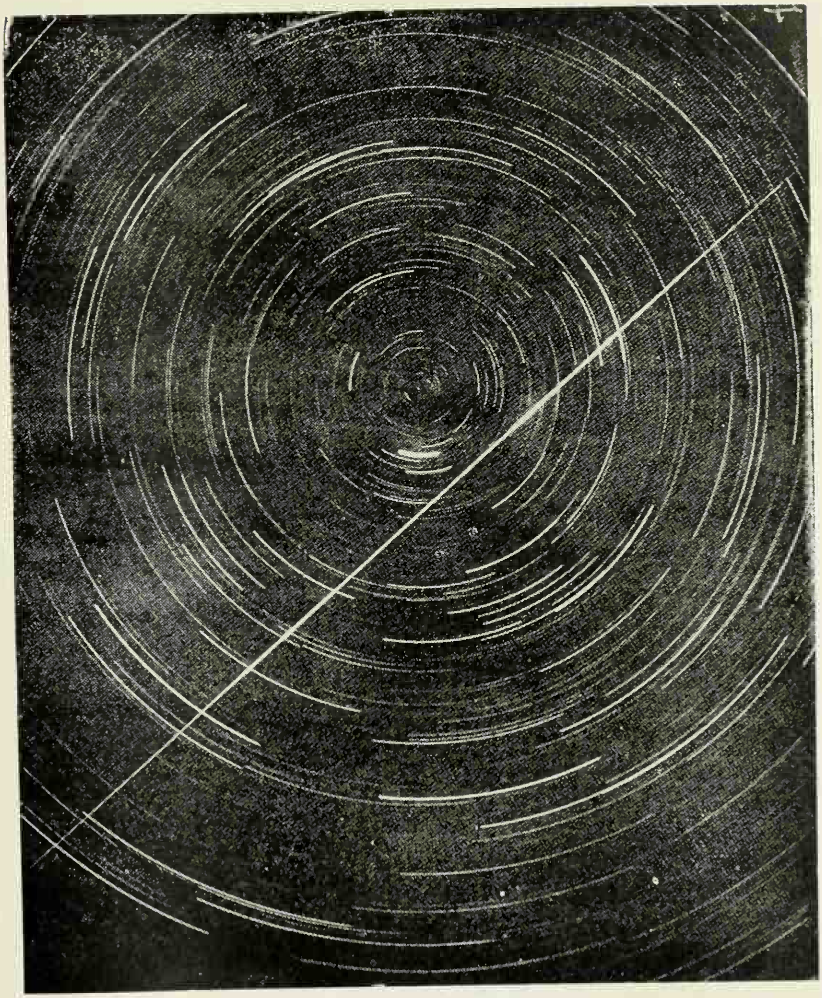
U. B. C. LIBRARY
SETO COLLECTION

國立中央研究院天文研究所印行
中華民國十九年六月



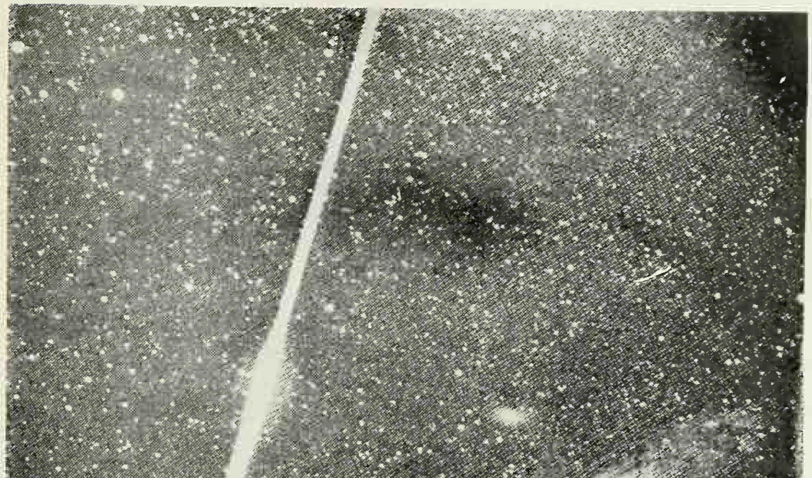
1922年2月21日之大流星

(Paris 天文臺 J. Bosler 及 V. Nechvile 所攝)



1922 年 11 月 16 日之大流星

( Norman Lockyer 天文臺 W. J. S. Lockyer 所攝 )



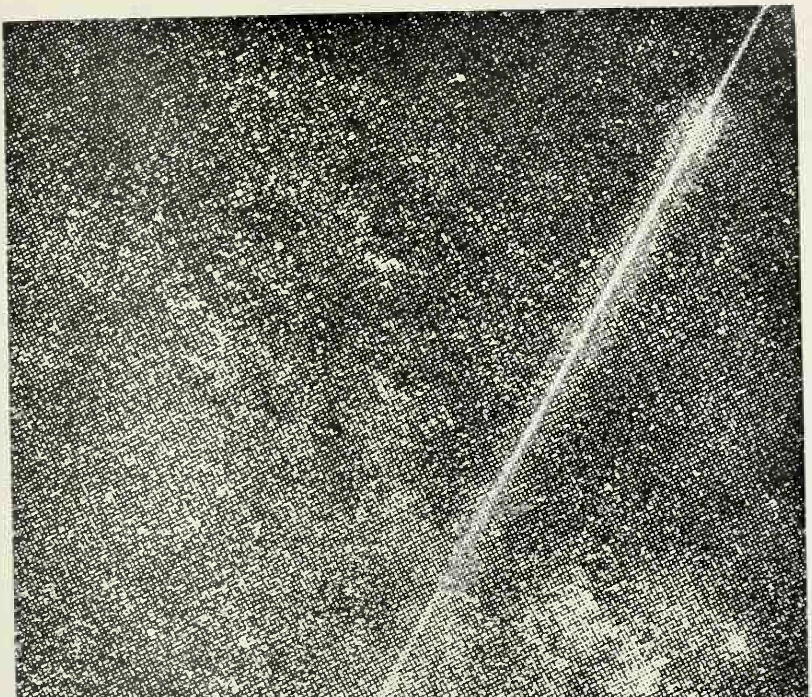
1923年9月12日之大流星

(Prague天文臺 Josef Kleposta氏所攝)



1927 年 6 月 29 日奉天所見之大流星

(圖乃是日下午 11 時 51 分所攝,位於逐蛇天蝎兩座之間)



1928年8月13日之大流星

# 流 星 論

陳遵嬀

天文學研究中,最有趣味且最易舉者,莫如流星.因其無需何種儀器,僅由肉眼之經驗,能得完滿之結果,且進可以研究彗星及星辰進化論,又可助新星之發見.本編乃集各家觀測之結果而論流星之現象.所參考書籍如下.

Olivier: Meteors

Astrophysical Journal

Astronomische Nachrichten

Harvard Circulars

Observatory

Popular Astronomy

Pub. Astronomical Society of the Pacific.

The Astronomical Herald

The Heavens

## I. 總論

1. 流星之現象:— 晴天之夜,仰觀天空,常見白光飛躍而過者,卽流星 (Meteors or Shooting Stars) 是也。所謂白光飛躍之現象,自非天空星體之飛躍,乃極細微之物質,以非常之速度,入我地球大氣之中,因與大氣相摩擦,遂減其速度而發熱;因高熱之故,遂熔解或蒸發而飛散於空中也。約起於一粁之高空,不及一秒而消滅。一時間內流星發現之數,約有五六個。依此推算則地球全體一晝夜約有二千萬之流星發見。其中落至地面,卽所謂隕石,隕鐵 (Meteorites) 者,年約一千。其大小各不相同;小則如豆,大有

如美國紐約博物館所存之三十六噸者。

如斯無數流星,恰如微塵浮游於大氣之中,充入空間,偶當地球通路,遂爲地球引力所吸引而至於落下者,其果如何而存在?又如何而發生?實堪注目焉!

其軌道多近於拋物線,與彗星之軌道相似。精密計算其軌道近日點距離之最大限爲1.00(天文單位),遂知其與彗星有密切關係。卽謂流星乃彗是之物質崩壞,沿其原有彗星軌道而進行者。

或謂流星乃形成太陽地球等原形體之殘存者。卽謂無數流星相集而成之大集團爲太陽,其小者爲地球等天體。成此大小集團所餘之粉粒,卽爲現存之流星。又此殘留流星之中,更成小集團,卽爲流星羣。其中有密集之心核者卽彗星是也。

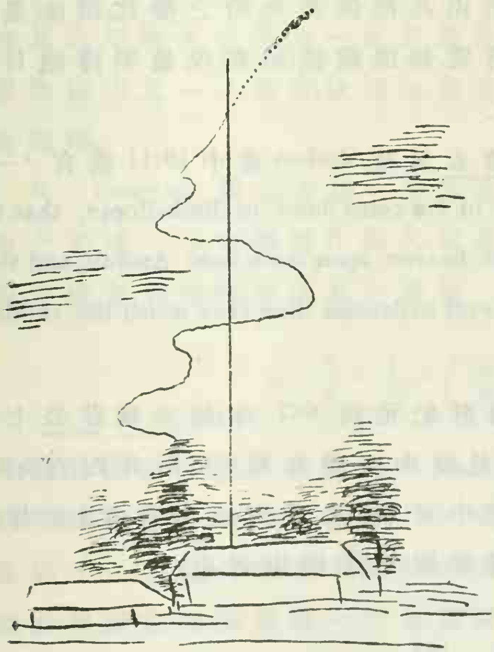
星辰界中,流星大集團之存在頗多。此等流星團自體不能發光;或因遮其背後之星光,而認其存在者;或由其附近星光之反射而認其存在者;又有因突入其團中之星體,發異常之光輝遂得認其存在者。所謂地球之流星的衛星,卽其一例。

Washington 氏曾謂火星及木星於距中心約爲其半徑之2.7倍地方,皆有最近之衛星存在,而地球於此相當之距離或有流星的小衛星之存在,亦未可知。[1] Pickering,E.C. 氏曾謂多數流星以種種之軌道,運行於太陽之周圍。中有於適當狀況之下,爲地球所攝,迴轉於其周圍,遂爲地球之衛星。若有直經一呎之隕石,在地球半經2.7倍之地方則其光度約爲十五等。已知隕石之中,比此大者不少。極光約至175哩之高,故設在地上二百哩之高空,有直經一呎之流星的衛星,則反射率約爲七等半;若直經十呎則爲五等。如斯流星的衛星發輝之原因,非如通常流星因空氣摩擦發熱之作用,乃如行星及月之受太陽光而反射者。故日沒於地平綫下十餘度以內時,該流星入至地影,成爲皆既食,不能見之。在地上高二百哩之軌道爲圓形者,其角速度爲每秒 1.4°。[2] 又

Moran 氏於 1921 年(?)某月月齡 12—13 之夜,以六吋屈折望遠鏡觀測月面時,見有直經約三四秒之物體由東向西橫過月面約六秒乃至八秒之久。此乃卽流星的衞星之一。(3)

流星出現之狀態,各有不同,有殘留白煙者。(4)有因飛行中爲旋轉運動而煙亦呈波狀者。(5)有殘留光芒至數時間之久者。(6)有始而下降,中途上昇者。(7)有曳長尾狀如彗星者。(8)有出現後分爲數片,如火花爆發於空中者。(9)有發現之始幅約二呎,長約一丈餘,成帶狀光體,流動時成波狀,後部漸細,頭部始終不變,恰如蛇狀;後部漸次消失,僅留頭部,變爲圓形恰如太陰者。(10)又有始如甲字形,後漸灣曲,光輝漸薄,最後如 ᐁ 狀,聚結光輝於一端,成一團光塊而消失者。(11)

第一圖



普通流星出現後常忽失其痕跡,亦有痕跡依然繼續,不易消失者。如 1910 年 6 月 11 日臺北所現之流星卽爲一例。該流星且次第呈波綫狀;其大漸次增加,繼續約五分之久;是時一部消失,一部爲濃厚卷層雲所蔽。第一圖乃出現三分後之狀態。波狀之綫,恰如火花之煙次第變化於靜空之中者,得推察其因空中氣流而變形也。又波綫之內,更得認有細微振動狀小波綫之存在。(12)

流星經過後所殘留輝綫之原因,亦堪注目。Trowbrige 氏曾發燐光於低氣壓下之氣體,得類似於流星尾光之現象。惟於地上五六十哩之高層大氣,若與此實驗之條件相同,則流星之尾光,乃因其飛過所生之弱電流或赤熱使空氣伊洪化而生者。[13]

流星之出現常不分晝夜,但晝間因日光之故,見者甚少。如 1915 年 2 月 13 日朝我國舟山半島有一大流星經過之。Steep 島燈塔管理人之報告,以爲乃戰艦發射之空雷者。後經調查之結果,始知乃一流星之經過。其徑路頗爲曲折,卽始由此稍向東方,後飛行於南東方,結果落於 Video 島附近之海中。其爆裂之音,達至遠方。又 1914 年同月同日北美有怪異流星現象,或與此有關係焉。[14]

流星之落於地球乃因地球引力之故,而太陽附近之引力比地球遙大。若由其落於地球之程度推算,則其落於太陽者每秒約一兆個,重約數千噸。有由高熱恆星光帶之變化,謂流星有落於恆星之痕跡者,後加考究,知係錯誤;如斯現象須待他日之研究。[15]

流星之古代記錄以猶太爲最。Joshua 書中 10:11 載有 "....as they fled before Israel and were in the going down to Beth-Horan, that the Lord cast down great stones from heaven upon them unto Azekah, and they died: they were more which died with hailstones than they which the children of Israel slew with the sword."

我國之最古記錄在西曆紀元前 687 年,卽春秋莊公七年有『夏四月辛卯夜恆星不見,夜中星隕如雨。』又距此四百年後,約在西紀前三世紀列子書中有『杞人憂天而廢寢食。』卽昔杞國人民,忽見流星之飛躍,遂懼圓天之崩壞者也。

2. 流星之質量:— 流星之大小常不相同。其大者如隕石或隕鐵落至地上約爲數瓩或數噸;其小者已於大氣最上層而

消散,僅一瓦之幾分之一耳。大小雖如斯不同,然其平均值果如何耶?又此平均值與流星之數量相乘,卽一晝夜落下流星之總質量,果如何耶?從來之推算約有三種:

A. Herschel 及 Young 二氏之方法—設恆星所發之光度爲 L 燭光,光之繼續時間爲 t 秒。今若流星狀態之發光效率每一 watt 爲 F 燭光,則流星之發散能力

$$= Lt \div F$$

若此值與流星所失之運動能力相等,則

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{Lt}{F}$$

$$\therefore \ m = \frac{Lt}{F} \times \frac{2}{v^2}$$

L, t 及 v 皆由觀測知之,若假定 F 之值則由上式得求 m。如斯所得流星之平均大小僅及一瓦之幾分之一。然發散能力,僅爲所失運動能力之一小部分,故用如斯方法所得流星大小之結果,不甚精確。

B. Pickering 氏之方法—設流星之光度爲 L 燭光,流星發光面之光度一平方糎爲 H 燭光,則發光面之大小,當爲 $\frac{L}{H}$ $cm^2$。今假定流星爲球體,則流星之質量

$$= \frac{4}{3} \cdot \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cdot \left(\frac{L}{H}\right)^{\frac{3}{2}} gr.$$

H 乃發光面之狀態,依溫度等而變化。Pickering 氏以其大約等於弧狀電燈狀態,每一平方糎爲 250 燭光,推定流星之平均大小爲直經 15—18 糎,質量幾十瓩。Fabry 氏以流星發光面之光度,等於弧狀電燈之光窩狀態,一平方耗爲 200 燭光,推定流星之平均大小爲直經 5.4 粍,質量 0.3 瓦。[16]

C. Humphreys 氏之方法—氏以闇夜空中之光,除星光外

皆大氣最高層無數小流星之光輝。利用此光之測定,得算出流星之總質量。地球表面所受此種星以外空中之光量爲 $2 \times 10^{-4}$ 米燭光。與所受太陽直射光量之 $5 \times 10^8$ 分之一相當。設兩者光與熱之分配彼此相同,則地球全體所受之流星能力爲 3 瓩[17]。

以上三種方法皆以流星所發之光量爲根據;然流星發光之際,無容種種想像之餘地,知其狀態頗難,故所推定之結果,多不甚確實。今若利用流星落下對於地球大氣之機械的作用,以推定流星之總質量,其結果或能更爲確實。

地球大氣之狀態,約以高地上 11—12 粁爲界,分爲上下二部分。界下爲對流圈。於地球表面,太陽熱作用所起之對流,甚爲發達,而大氣之氣壓與溫度等,殆近對流平衡之值。界上乃對流不達之部分,不受地球表面所吸收太陽熱之影響;故上下南北皆無對流。其氣壓溫度等以太陽熱之輻射及吸收作用之平衡爲主。關此輻射平衡圈內之氣流,依近來之研究,則至上層以迅速速度由東向西運動。換言之,最高層之大氣不與地球下層大氣同迴轉;漸次退却,於地上高百粁之空中,此逆流之速度約爲迴轉速度之三分之一[18]。

此逆流如何而成立耶?最高層之大氣,何以不與地球同爲迴轉運動耶?依普通之理論,在地球半徑約六倍間之氣體,當與地球同迴轉,決無逆流之理。有以分子說應用於最高層稀薄之氣體以說明之者,然未成功焉。

今設大氣之逆流與流星之落下乃相伴而生者。卽設於最高層大氣之逆流乃因無數流星落下而發生,則可利用逆流現象以供推定總質量之材料。

流星之運動,未必皆向地球之中心,故其落下或增或減地球之迴轉運動量。然大多數落下之結果,增減作用相消,而地球迴轉運動量不受影響。(此節尙須精細研究,今姑省之),故爲計算簡單計,可設流星皆向地球中心落下,至空中某高度止,其

運動始被阻止。若流星與此高度之大氣同爲逆流,則流星所得之水平運動量,當等於上層大氣所受下層大氣之流體摩擦運動量。

設地球全體一秒間落下流星之總質量爲M,地球半徑爲r,地球迴轉所生之水平速度爲v,流星消滅之平均高度爲h,於h高度之東風速度卽逆流速度爲fv,大氣流體摩擦係數爲η,則

$$\frac{M}{4\pi r^2} \times (1-f)v = \frac{fv}{h} \times \eta$$

$$\therefore M = \frac{f}{1-f} \times \frac{\eta}{h} \times 4\pi r^2$$

今設

$$\left.\begin{aligned} h &= 10^7\ \text{cm} \\ f &= \tfrac{1}{8} \\ r &= 6.4 \times 10^8\ \text{cm} \\ \eta &= 8 \times 10^{-5}\ \text{C.G.S.} \end{aligned}\right\}$$

則

$$M = 2 \times 10^7 \frac{\text{gr.}}{\text{sec.}} = 20 \frac{\text{ton.}}{\text{sec.}}$$

卽落下於地球之流星總量一秒間爲二萬瓩,或二十噸,比Humphreys所推定之値,約大七千倍。流星之數一晝夜若爲二千萬,則其平均之大約爲九十瓩;若百倍之,則其平均之大,約爲一瓩,與Pickering所推定之値相近。

3. 流星之運動:— 流星之能發光,使吾人認其存在者,因其與地球上層大氣相衝突故也。是以吾人若能認其爲流星,其距離必不甚遠,(卽比其他天體爲近)。其所以能至近距離者,必在地球遙遠之處,爲某運動焉。

流星落於地球之上者,乃因地球引力所引之結果。由流星

之全壽命言之,其運動於地球引力之圈內者,時間極短。其餘殆常爲太陽引力所支配。其軌道與彗星略同,或爲拋物線,或爲細長之橢圓形。故此流星接近地球時,普通已約有每秒40粁之大速力。地球運動之平均速力約爲每秒30粁,故流星若追地球之後而來時,約以每秒10粁之速力落於地球。又其由地球之正反對方向而近時,當以70粁之大速力與地球相衝突。此二種之速力皆爲極端之例。且地球表面有大氣圍繞之,以阻流星之降落,故其實際速度,比此較緩焉。

二觀測者在相距數哩之地方,觀測同一流星時,得知該流星時時之高度。至今測定之結果,多數流星,發輝於地上 130 粁之高空,消滅於60粁之空間。中有發輝於地上 160 粁者,又有消滅於30粁者,然甚稀少焉。速力之速者發輝消滅於高處;緩者則皆在低空。但有特別流星不消失於空中而落下於地上卽隕石者,通過厚層空氣間,因氣壓與熱作用,原有之能力殆皆消失,達至地上之頃,落下較緩,速力約爲每秒數百米。故落至地上或成深穴,不至使地殼動搖,或倘不能貫通二三尺之積雪者。然於空間因通過大氣之結果,常有大音響,且俱雷鳴焉。

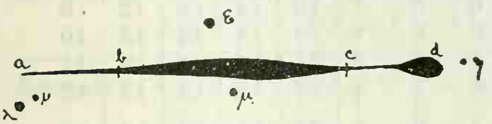
Philips 氏依視差法決定1823—58年所觀測102個流星經路始點與終點之高。其結果得始點及終點平均之高爲 130 粁及96粁。其經路之長爲72.5粁。[19] Denning 氏就數十年來時時經驗之望遠鏡的流星觀測,謂普通肉眼所映之流星認爲百哩以上者甚少。於望遠鏡的流星,若其運動之緩慢及大小與肉眼的流星相同時,其高必在1000—2000哩。氏由觀測四個之實例,得其高爲1260—1820哩。[20]

J. Sykora 氏調査1908年8月11日 Tashkend Iskander, Timgan三觀測所之同時流星寫眞觀測,以求其運動。依其所說,該流星之光輝,飛行中著有變化,而三所乾板皆有瘤,有破裂模樣。精密決定破裂點之高,得尾之極薄弱之始點在 112 粁之高空。於 97.7 粁

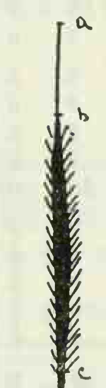
處光輝急強,88粁及85粁時光輝最強,達至83粁處驟減其光度,81粁處恢復原狀,於80.7粁而消滅。[21]

4. 流星之光:— 普通流星光如恆星。以大望遠鏡窺之,常見微光之流星。其大者有比金星及月更輝明者,然甚稀少。一般流星之光輝,上下殆無一定限度。其色或白或青,或帶赤光。其大者或時間之長者,由其發現至消滅間,光與色常有變化。例如1929年8月27日有一大流星狀如第二圖。ab間色爲青白,光如木星。bc間色亦爲青白,後部雜以紫色,光約爲滿月之二倍。cd間亦青白雜以紫色。最後圓部則紫色較盛,光約爲滿月之一倍半。[22]又1929年3月18日有一火球狀如第三圖。其出現時光度約爲一等星之二倍。ab間爲淡青白色。bc間爲濃赤色,燃燒後殘灰色之痕。cd間爲淡赤黃色,殆將消滅。至de間復又燃燒而爲濃赤黃色。[23]

第二圖




第三圖




流星常爲突發的現象,若靜待以研究其光帶者甚爲困難。Harvard大學Pickering氏等當攝取天體光帶時,偶得流星之光帶,誠爲幸事。其他尚有二三觀測流星之眼視光帶者綜合其結果,知流星之主要光輝乃白熱固體所出之連續光帶。其他現有Na,Ma,Ni,Ca,等輝線及炭化輕氣之光帶等。由此方面言之,流星亦與彗星相似。

5. 流星出現數:— 一定時間中,流星出現之數目,依觀測者之注意而異。普通每時約見三四個乃至二三十個。一年中所見之數目,又依季節而不同。英國 Denning 氏由 1866 年至 1911 年間觀測之結果,一年中各日每時所見流星之平均值如第一表所示。[(24)]

第一表　流星每時平均目擊數

| | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 18 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 8 | 20 | 15 | 13 | 12 | 9 |
| 2 | 28 | 7 | 6 | 8 | 6 | 5 | 7 | 19 | 14 | 14 | 12 | 9 |
| 3 | 12 | 7 | 7 | 8 | 6 | 6 | 8 | 19 | 13 | 14 | 13 | 10 |
| 4 | 9 | 6 | 8 | 7 | 7 | 6 | 9 | 21 | 12 | 14 | 14 | 11 |
| 5 | 10 | 6 | 7 | 7 | 6 | 7 | 9 | 22 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 6 | 9 | 6 | 6 | 8 | 5 | 6 | 8 | 24 | 14 | 13 | 13 | 13 |
| 7 | 8 | 7 | 7 | 6 | 5 | 6 | 8 | 27 | 13 | 12 | 13 | 12 |
| 8 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 6 | 9 | 34 | 12 | 14 | 14 | 14 |
| 9 | 7 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 9 | 48 | 12 | 13 | 14 | 16 |
| 10 | 7 | 6 | 8 | 8 | 6 | 6 | 10 | 69 | 13 | 14 | 15 | 22 |
| 11 | 8 | 6 | 8 | 8 | 6 | 6 | 10 | 48 | 12 | 14 | 16 | 23 |
| 12 | 8 | 7 | 7 | 7 | 6 | 7 | 11 | 30 | 13 | 15 | 17 | 19 |
| 13 | 8 | 7 | 8 | 7 | 7 | 6 | 11 | 22 | 14 | 16 | 20 | 16 |
| 14 | 9 | 7 | 9 | 8 | 6 | 6 | 12 | 20 | 15 | 17 | 21 | 13 |
| 15 | 8 | 8 | 8 | 7 | 6 | 7 | 12 | 18 | 15 | 21 | 18 | 10 |
| 16 | 9 | 8 | 9 | 6 | 5 | 7 | 13 | 17 | 15 | 20 | 17 | 10 |
| 17 | 9 | 8 | 10 | 6 | 5 | 8 | 13 | 16 | 14 | 21 | 16 | 9 |
| 18 | 9 | 8 | 9 | 7 | 5 | 7 | 14 | 15 | 13 | 21 | 15 | 8 |
| 19 | 9 | 9 | 8 | 8 | 6 | 6 | 15 | 15 | 14 | 20 | 14 | 9 |
| 20 | 10 | 9 | 8 | 9 | 6 | 8 | 16 | 16 | 15 | 19 | 15 | 8 |
| 21 | 9 | 9 | 7 | 10 | 6 | 8 | 17 | 17 | 17 | 18 | 16 | 10 |
| 22 | 8 | 8 | 7 | 8 | 7 | 6 | 18 | 19 | 16 | 17 | 15 | 10 |
| 23 | 7 | 8 | 8 | 7 | 7 | 7 | 19 | 19 | 15 | 16 | 16 | 8 |
| 24 | 6 | 8 | 8 | 6 | 6 | 7 | 20 | 20 | 14 | 16 | 14 | 8 |
| 25 | 6 | 8 | 8 | 6 | 6 | 7 | 21 | 21 | 13 | 15 | 15 | 9 |
| 26 | 7 | 7 | 7 | 5 | 6 | 7 | 23 | 20 | 14 | 14 | 14 | 8 |
| 27 | 7 | 7 | 7 | 6 | 5 | 7 | 25 | 19 | 15 | 15 | 15 | 9 |
| 28 | 8 | 7 | 8 | 5 | 6 | 6 | 27 | 20 | 13 | 16 | 14 | 9 |
| 29 | 7 | | 8 | 6 | 6 | 6 | 26 | 19 | 14 | 15 | 13 | 10 |
| 30 | 8 | | 9 | 7 | 7 | 7 | 29 | 18 | 15 | 14 | 12 | 9 |
| 31 | 7 | | 8 | | 8 | | 21 | 16 | | 14 | | 10 |

此表數值多依1900年以前之觀測,是時流星最盛者爲8月7日。又當作此表之際,1866年11月13日,1872年11月27日及1885年11月17日之流星雨,均未列入。

依 Schmidt 及 Denning 二氏之統計,一人一時間內得視之流星數如第二表[25]所示。由此表得知一年中所視流星數目,依季節而異。猶以七八兩月爲最多。蓋是時特殊流星羣正與地球相接近故也。

第二表 每人一時間得視之流星數

| | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 土月 | 圭月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Schmidt | 13 | 6 | 11 | 12 | 9 | 9 | 18 | 25 | 12 | 18 | 17 | 18 |
| Denning | 9 | 7 | 8 | 7 | 6 | 7 | 14 | 24 | 14 | 16 | 15 | 11 |

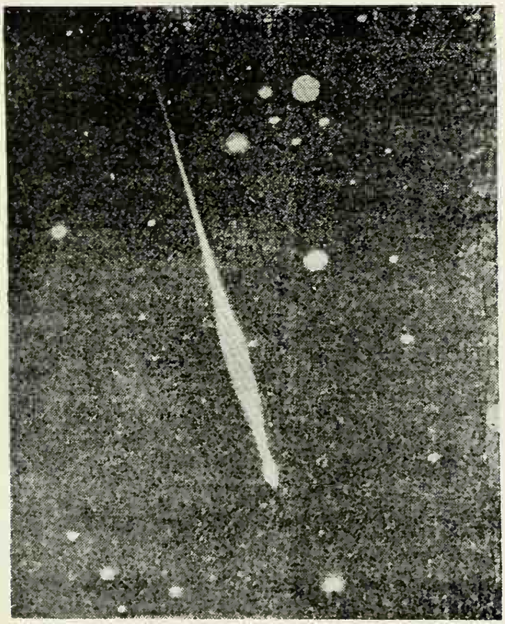
一日中所視流星之數,又依時刻而異。據 Coulvier—Gravier 及 Schmidt 兩氏之觀測,每時間流星之平均數如第三表[26]所示。由此表得知夜半後所視流星之數較多於夜半前。蓋地球自轉之結果,夜半以後之土地皆向地球公轉運行之方向,其與橫行空間之流星體相逢之機會自然較多焉。

第三表 每時間流星平均數

| | 時 時<br>1—2 | 時 時<br>2—3 | 時 時<br>3—4 | 時 時<br>4—5 | 時 時<br>5—6 | 時 時<br>6—7 | 時 時<br>17-18 | 時 時<br>18-19 | 時 時<br>19-20 | 時 時<br>20-21 | 時 時<br>21-22 | 時 時<br>22-23 | 時 時<br>23-24 | 時 時<br>24-1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Coulvier-Gravier | 13 | 17 | 16 | 14 | 14 | 13 | 7 | 6.5 | 7 | 6 | 8 | 8 | 9.5 | 11 |
| Schmidt | 16 | 18 | 18 | 19 | 15 | — | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9.5 | 12 | 14 |

由地球上一地方所視之流星平均值推之,一晝夜間全地球表面約有二千萬流星出現。若流星落下於地球上,留有氣體或固體者,則地球質量每日約增二百萬噸。地球上層一百粁之空中,有始終由東向西之氣流,乃因無數流星之落下,而使地球之雰圍氣,生有一種後退力也。

(1) Popular Astronomy, 1922, Aug. and Sept.
(2) Popular Astronomy, 1923, Feb.
(3) Popular Astronomy, 1923, May.
(4) The Astronomical Herald, Vol. I, No. 4.
(5) The Astronomical Herald, Vol. I, No. 5.
(6) Popular Astronomy, 1924, Mar.
(7) The Astronomical Herald, Vol. III, No. 1.
(8) The Astronomical Herald, Vol. III, No. 2.
(9) 1910 年 4 月 29 日 在 Tokyo 所 見
(10) 1910 年 11 月 7 日 在 Nagoya 所 見
(11) 1910 年 11 月 6 日 Wobari 所 見
(12) The Astronomical Herald, Vol. III, No. 5
(13) The Astronomical Herald, Vol. IV, No. 10
(14) The Astronomical Herald, Vol. IX, No. 2
(15) Harvard Circulars, 317.
(16) Astrophysical Journal, 1909-10.
(17) Astrophysical Journal, 1912.
(18) Meteorologische, 1911.
(19) The Astronomical Herald, Vol. V, No. 2
(20) Observatory, 1914, May.
(21) Astrophysical Nachrichten, 4447.
(22) The Heavens No. 105
(23) The Heaven, No. 100.
(24) Astrophysical Nachrichten, 4515
(25) The Heaven, No. 79
(26) The Heaven, No. 79



1910 年 11 月 15 日 獅 子 座 所 現 之 流 星
(Goodsell 天 文 臺 所 攝)

## II. 流星羣

流星多成羣而現於空間,屬於同一羣之流星,皆並行運動於空中,觀者視如由天空一定點放射於四方者。此流星羣所放射之一定點,謂之輻射點 (Radiant Point)。如斯輻射點已發見者至今全天達數千個。中以每年八月所見 Perseids 及十一月中旬所現之 Leonids 爲最多,且甚有名焉。

6. 天琴座流星羣 (Lyrids) :— 此乃每年 4 月 20 日左右所現之流星羣。其輻射點實在天琴座 (Lyra) 與武仙座 (Hercules) 之境界線。以 1803 年所現之大流星雨爲最盛。其後無甚大出現,1923 年起復增其數。

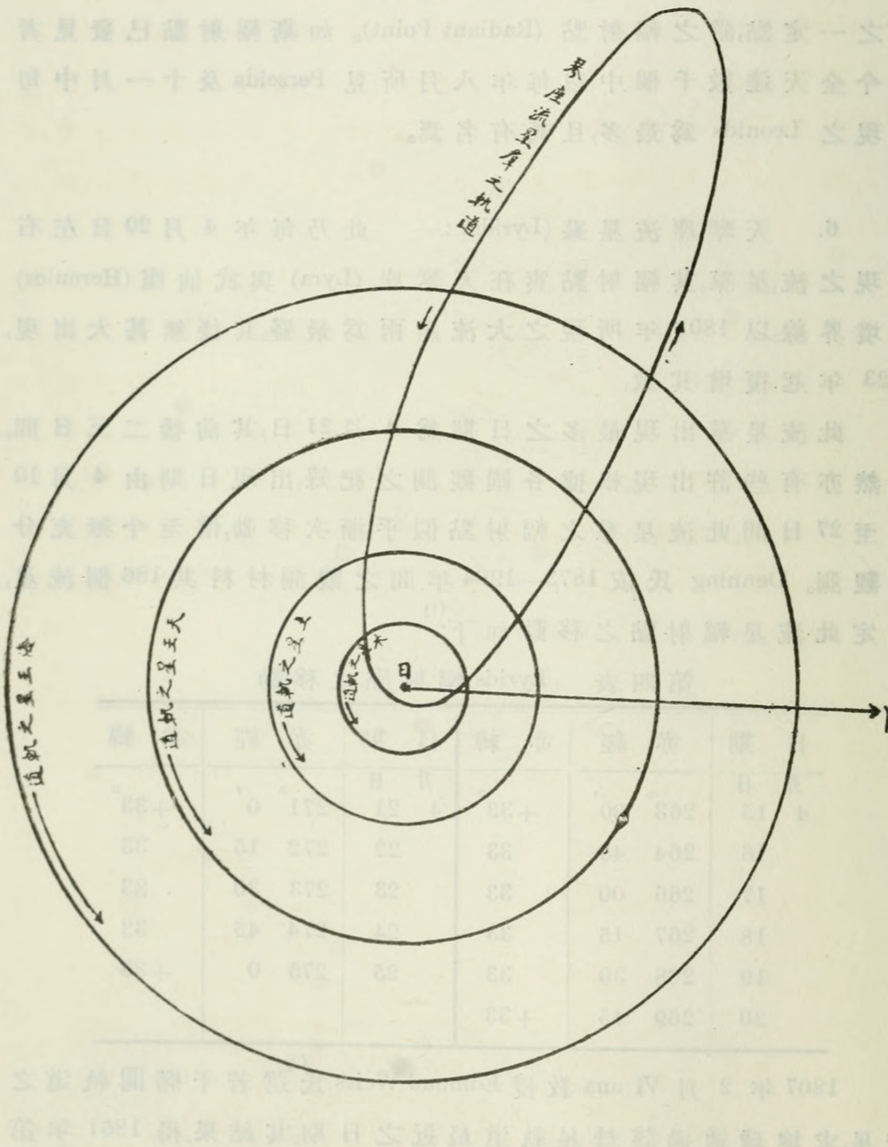
此流星羣出現最多之日期爲 4 月 21 日,其前後二三日間,自然亦有些許出現。根據各國觀測之紀錄,出現日期由 4 月 10 日至 27 日間。此流星羣之輻射點似乎漸次移動,惜至今無充分之觀測。Denning 氏依 1873—1904 年間之觀測材料共 186 個流星,算定此流星輻射點之移動如下:[1]

第四表　Lyrids 輻射點之移動

| 日期 | 赤經 | 赤緯 | 日期 | 赤經 | 赤緯 |
|---|---|---|---|---|---|
| 月　日 | | | 月　日 | | |
| 4　15 | 263° 30′ | +33° | 4　21 | 271° 0′ | +33° |
| 16 | 264 45 | 33 | 22 | 272 15 | 33 |
| 17 | 266 00 | 33 | 23 | 273 30 | 33 |
| 18 | 267 15 | 33 | 24 | 274 45 | 33 |
| 19 | 268 30 | 33 | 25 | 276 0 | +33 |
| 20 | 269 45 | +33 | | | |

1807 年 2 月 Vienna 教授 Edmond Weiss 氏[2]選若干橢圓軌道之彗星,求地球通過該彗星軌道最近之日期。其結果得 1861 年第一彗星 4 月 20 日於降交點 (Descending node) 近 0.002 天文單位以

第 四 圖



內。Biela 彗星 11 月 28 日頃亦於降交點近 0.018 天文單位以內。氏由已刊之流星記事中,知 4 月 20 日頃有天琴座流星羣,11 月末則有仙女座流星羣。是卽氏發見此流星羣與 1861 年第一彗星之關係。

1861 年 C. F. Pape 氏[3]計算 1861 年第一彗星之軌道,謂 5 月 12 日近地球軌道 0.0012 天文單位以內,但是時所預期之流星羣無何發現。同年 Oppolzer 氏亦計算此彗星之決定的軌道要素,得黃經 30°處距離 0.0022 天文單位之結果。由地球之位置思之,略與 4 月 20 日相當。

由軌道要素確定天琴座流星羣與 1861 年第一彗星之關係者乃 Breslon 之 J.G.Galle 氏。[4]氏曾假定天琴座流星羣之軌道爲橢圓,而半長軸則採用 1861 年第一彗星者;所決定之要素如第五表第一行所示。是表第二行乃彗星之軌道要素,最後三行乃 Washington 之 S.J.Corrigan 氏[5]所計算。輻射點得由表中 18,19,20 三日決定之。Galle 氏所用之輻射點乃引用A.S. Herschel氏所定者。Corrigan 氏則用 W. F. Denning 氏之 6 個,10 個 14 個之結果,故較爲正確。

第五表　Lyrids 軌道要素

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 輻射點 | α | 277.°5 | 1861年第一彗星 | 260.°0 | 267.°0 | 274.°0 |
| | δ | +34.°6 | | +33.5 | +33.0 | +33.5 |
| 日期 | | 4月20日 | | 4月18日 | 4月19日 | 4月20日 |
| | | ° | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ |
| 近日點黃經 | π | 236 | 243 42 | 255 42 | 248 54 | 240 34 |
| 昇交點黃經 | Ω | 30 | 30 16 | 29 05 | 30 04 | 31 03 |
| 軌道傾斜角 | i | 89 | 79 46 | 71 21 | 77 29 | 81 29 |
| 近日點距離 | q | 0.955 | 0.9270 | 0.8478 | 0.8944 | 0.9270 |
| 長軸之對數 | Loga | 1.746 | 1·746 | | | |
| 離心率 | e | 0.9829 | 0.9835 | | | |
| 相對的速度 | | | 30 m/s | 28 m/s | 29 m/s | 30 m/s |

天琴座流星雨之記事雖不如 Leonids 及 Bielids 之著,然西紀前687年及15年確已有記載。前者中國年代記 (Chinese Annals) 中曾紀錄之。Biot 氏記之曰"夜雖晴而恆星不見,夜半星落如雨。"關於後者, Biot 氏記之曰"夜半後星隕如雨,長約由十度乃至二十度,連續反覆數次,不達地上而消滅。"

Galle 氏由美國天文學者 Newton 之論文中,研究古來屬於天琴座流星羣之大流星雨如第六表(6)所示。茲將其實際日期及春分點移動後1850年之相當日期並列之。表中附有 * 符號者,乃日期不確之記載。其餘十次之日期皆略一致。Newton 氏對於四月中之流星雨,尚有如第七表(7)之記載者,若亦認爲天琴座流星雨,則其軌道之傾斜爲70°以上,似甚無理焉。

第六表　Lyrids 古代出現日期

| 出現日期 | | | | 1850年相當之日期 | | | 記載者 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 年 | 月 | 日 | 年 | 月 | 日 | |
| 西紀前 | 687 | 3 | 16 | 1850 | 4 | 19.9 | Biot |
| 西紀前 | 15 | 3 | 25 | 1850 | 4 | 19.6 | Biot |
| 西紀 | 582 | 3 | 31 | 1850 | 4 | 18.1 | Chasles |
| * 西紀 | 590 | 4 | 4(?) | 1850 | 4 | 22.1 | Chasles |
| * 西紀 | 741 | 4 | 13 | 1850 | 4 | 28.3 | Chasles |
| 西紀 | 1093 | 3 | 9.6 | 1850 | 4 | 20.7 | Chasles |
| 西紀 | 1094 | 4 | 10 | 1850 | 4 | 20.8 | Chasles |
| 西紀 | 1095 | 4 | 9.6 | 1850 | 4 | 20.2 | Herrick |
| 西紀 | 1096 | 4 | 10 | 1850 | 4 | 21.3 | Herrick |
| 西紀 | 1122 | 4 | 10.6 | 1850 | 4 | 20.2 | Herrick |
| 西紀 | 1123 | 4 | 11 | 1850 | 4 | 20.4 | Chasles |
| 西紀 | 1803 | 4 | 19.6 | 1850 | 4 | 19.9 | Herrick |

第七表　Newton 氏四月中流星雨補表

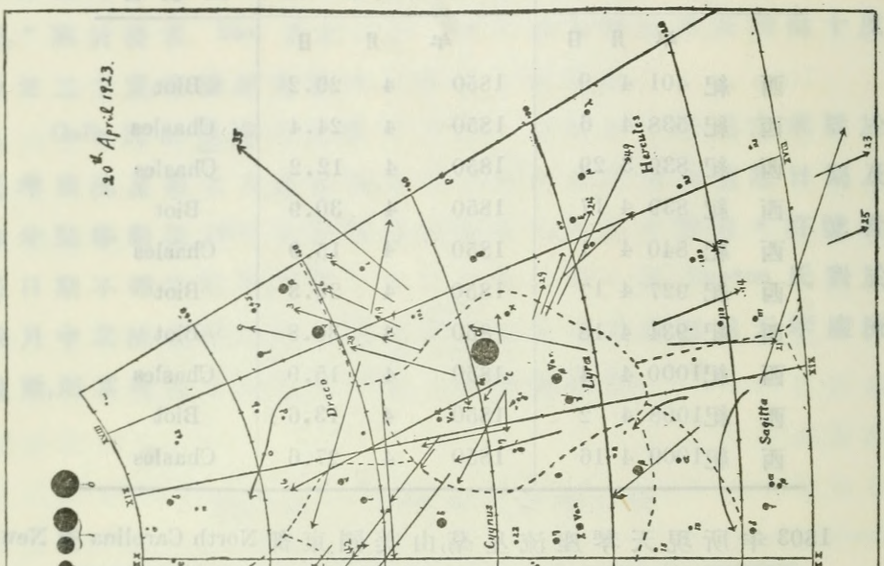
| 出現日期 | | | | 1850年相當之日期 | | | 記載者 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 年 | 月 | 日 | 年 | 月 | 日 | |
| 西紀 | 401 | 4 | 9 | 1850 | 4 | 29.2 | Biot |
| 西紀 | 538 | 4 | 6 | 1850 | 4 | 24.4 | Chasles |
| 西紀 | 839 | 3 | 29 | 1850 | 4 | 12.2 | Chasles |
| 西紀 | 839 | 4 | 17 | 1850 | 4 | 30.9 | Biot |
| 西紀 | 840 | 4 | 1 | 1850 | 4 | 15.9 | Chasles |
| 西紀 | 927 | 4 | 17 | 1850 | 4 | 29.3 | Biot |
| 西紀 | 934 | 4 | 18 | 1850 | 4 | 30.8 | Biot |
| 西紀 | 1000 | 4 | 4 | 1850 | 4 | 15.9 | Chasles |
| 西紀 | 1008 | 4 | 2 | 1850 | 4 | 13.6 | Biot |
| 西紀 | 1009 | 4 | 16 | 1850 | 4 | 27.6 | Chasles |

1803年所現天琴座流星羣,由美國東部 North Carolina 至 New Hampseire 地方皆見之。1836年 E.C. Herrick 發刊物中有1803年4月23日 Richmond 之 Virginia Gazette 最初所載者,曰"流星!電火的現象:在水曜日朝,出現於 Richmond 及其附近地方。視之者皆甚驚駭。上午一時至三時落如火箭。流星似由天之各點落下者。中有具火尾者。照耀天空之距離頗廣,猶以由天頂落下之中,有形似直徑18吋之球形者,輝耀全天約數秒間。……"又有謂十五分間,現167個流星者。

至於輻射點, E. C. Herrick 氏决定其爲赤經270°, 赤緯+45°(1839年4月18日)。同年其他美國觀測者亦得同樣結果。由1835年至1922年間,平均一時僅現數個。1922年4月21日歐洲東部出現頗盛,有一分間能見一個以上者,光度亦大。

至於出現週期,至今尙未確定。1861年第一彗星之週期爲415年;而天琴座流星羣之出現週期亦如斯耶?然1466及1031年皆無流星雨出現之記載。是以吾人尙未能豫知之。

第　五　圖


20 th April 1923.
Hercules
Lyra
Draco
Cygnus
Cepheus
Lacerta
Sagitta
Delphinus
Pegasus

1914年Hoffmeister氏[8]依最近觀測,採用新方法以研究速度。若其觀測結果爲正確,則此流星羣以顯著雙曲線速度週轉太陽。然有某系統的誤差,故氏自身亦感其結果有誤謬。

1923年4月20日天琴座流星羣之狀態如第五圖所示。又1929年4月15—22日間,共測流星羣三十二個。其平均光度爲0.5—4,平均繼續時間爲0.23秒。1929年出現程度可謂爲豐富。由輻射點所誘導之軌道要素(拋物線軌道)如第八表[9]所示。

第八表 1929年 Lyrids 軌道要素

| | Apes | Radiant | | π | Ω | i | q | log a |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | α | δ | | | | | |
| Lyrid in 1929 (A) | 300.6 | 274° | +36° | 238° 41' | 31° 32' | 85° 22' | 0.9498 | — |
| Lyrid in 1929 (B) | 300.7 | 271.5 | +35.5 | 243 21 | 31 37 | 84 44 | 0.9301 | — |
| Comet 1861, I | — | — | — | 243 42 | 30 16 | 79 46 | 0.9270 | 1.746 |

7. 寶瓶座流星羣(Aquarids):— 寶瓶座流星羣可分爲二。一爲每年五月所現者,乃在η星附近。出現時間乃由4月29日至5月8日,以5月4—6日間爲最多。其輻射點爲赤經22時32分,赤緯—2°。一爲每年7月所現者,乃在δ星附近。出現時間乃由7月18日至8月12日,以7月28—31日間爲最多。其輻射點爲赤經22時36分,赤緯—11°。

五月所現之寶瓶座流星羣,於1868年有疑與哈雷彗星相似者。是年Rudolph Falb之第一刊物已言及之。[10]但E. Weiss氏立證其全錯誤。[11]1876年A. S. Herschel復指摘此流星羣與哈雷彗星相似。[12]並定五月四日其近地球爲0.06天文單位。而其赤經爲337°,赤緯爲0°。

1870年Colonel Tupman巡行地中海時,發見此流星羣與哈雷彗星之關係。[13]氏得是年5月1—3日之輻射點爲赤經325°赤緯—2½°。

此輻射點約在算定彗星輻射點偏西十餘度。

1878年5月4日H. Corder(14)僅由三個流星,得其輻射點爲赤經334°,赤緯—1°。後氏加其他四月至五月所測之三流星,得赤經334°,赤緯—5°。如斯在同一流星羣中,僅加以三星而赤緯變四度赤經不變者,似甚奇異。Denning氏取1870年意大利觀測者由4月29日至5月6日之紀錄,得赤經335°赤緯—9°。後氏由十二個同類流星羣,一係1880年5月2日所測,餘係1886年4月30日及5月1—6日所測,得其輻射點爲赤經337°,赤緯—2½°。

1899年Denning著有"General Catalogue of the Radiant Points of Meteor Showers, etc"一書;其關於寶瓶座輻射點之最後結論如第九表所示。

第九表 η Aquarids輻射點

| 號數 | 輻射點 | | 出現日期 | 流星數 | 觀測者 |
|---|---|---|---|---|---|
| | 赤經 | 赤緯 | 年 月 日 | 個 | |
| 1 | 329° | —2° | 1871 4 29 | 8 | Tupman |
| 2 | 335 | —9 | 1870 4 29—5 5 間 | 45 | Italians |
| 3 | 325 | —3 | 1870 4 30 | 15 | Tupman |
| 4 | 337 | —2 | 1886 4 30—5 6 間 | 11 | Denning |
| 5 | 334 | —5 | 4—5 間 | 6 | Corder |
| 6 | 339 | —5 | 1892 5 | 6 | Corder |
| 7 | 338 | —2 | 1895-6 5 1—4 | 5 | Corder + Bl. |
| 8 | 325 | —2 | 1870 5 2—3 | 13 | Tupman |

上表所載以Colonel Tupman所得之結果爲最確。又A.S. Herschel氏依1894年及1899年5月1—10日所測五流星(中有四個係1899年所測)得輻射點之赤經爲335°,赤緯爲—1°。又依1900年5月1—7日所測三流星,得第二輻射點之赤經爲339°,赤緯爲—2°。

1910年Olivier氏得5月4日及11日之優良輻射點;各輻射點之拋物線的要素亦已計算[15]。氏謂寳瓶座流星羣與哈雷彗星之關係至此始得確實證明焉。氏之結果如第十表所示。

第十表　η Aquarids 軌道要素

| 彗星號數 | 拋物線的軌道 | | | | | 橢圓的軌道 | | | | | | | 觀測者 | 流星數 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | i | q | π | Ω | π-Ω | i | q | π | Ω | π-Ω | log e | log a | | |
| | | | | | | 162.2° | 0.587 | 169.0° | 57.3° | 111.7° | 9.786 | 1.254 | | |
| 182 | 157.7° | 0.656 | 149.2° | 41.8° | 107.4° | 157.6 | 0.646 | 147.5 | 41.8 | 105.8 | 9.984 | 1.254 | C.P.O. | 5 |
| 183 | 161.0 | 0.696 | 155.3 | 43.3 | 112.0 | 161.3 | 0.712 | 159.0 | 43.3 | 113.7 | 9.982 | 1.254 | C.P.O. | 10± |
| 184 | 157.4 | 0.682 | 154.4 | 43.8 | 110.6 | 157.2 | 0.673 | 152.1 | 43.8 | 108.4 | 9.983 | 1.254 | C.P.O. | 3 |
| 166 | 166.2 | 0.677 | 154.1 | 44.0 | 110.0 | 166.1 | 0.669 | 152.1 | 44.0 | 108.0 | 9.984 | 1.254 | C.P.O. | 5 |
| 185 | 160.8 | 0.616 | 147.5 | 44.7 | 102.8 | 160.6 | 0.605 | 145.8 | 44.7 | 101.1 | 9.985 | 1.254 | C.P.O. | 11 |
| 186 | 161.6 | 0.745 | 163.7 | 45.3 | 118.4 | 161.2 | 0.741 | 162.5 | 45.3 | 117.2 | 9.982 | 1.254 | N.B. | 17 |
| 167 | 163.1 | 0.608 | 147.6 | 45.9 | 101.7 | 163.0 | 0.598 | 145.4 | 45.9 | 99.6 | 9.985 | 1.254 | G.H. | 30± |
| 168 | 166.7 | 0.630 | 155.1 | 50.9 | 104.3 | 166.6 | 0.621 | 153.2 | 50.9 | 102.3 | 9.985 | 1.254 | C.P.O. | 5-6 |
| 平均值 | 161.8 | 0.664 | 153.4 | 45.0 | 108.4 | 162.0 | 0.658 | 152.0 | 45.0 | 108.1 | 9.984 | 1.254 | | |

上表所與輻射點凡八。乃由1910年至1913年所得者。其計算之法有二。一設流星爲拋物線軌道;一設爲橢圓軌道,其長軸

與哈雷彗星相同者。此彗星軌道雖不能近地球軌道至 4000000 哩,且不能絕對與彗星相一致,然其要素之相似,得知此流星羣與彗星之關係無疑矣。

C. Hoffmeister 氏[16]根據 1910—11 年在 Bureau Central Météorique 之觀測,算定寶瓶座流星羣之拋物線的軌道與哈雷彗星之軌道相對照,知其差異之主點,僅爲交軌點之黃經。若調和之,則兩者恰相一致。此點不能以流星輻射點觀測之誤差解釋之,故此流星羣與哈雷彗星之有密切關係無容疑矣。

1915 年 5 月 6 日 Wilson 夫人觀測此座流星羣,光如木星,由東向西,經長大之弧形而消滅。Denning 氏計算其高爲 69—59 哩;每秒約以 40 哩之速度飛行於 80 哩以上之高空。輻射點爲赤經 339°, 赤緯 —2°。又 5 月 3 日觀測其小者高爲 48—40 哩。輻射點爲赤經 335° 赤緯爲 —2°。此可爲證明此流星羣與哈雷彗星關係之新材料。

1929 年 5 月 5—11 日間共測此流星羣凡 24 個。其平均光度爲 2.5—3。有痕者十一個。由觀測所求之輻射點爲赤經 336°, 赤緯 —0°.5。以之計算拋物線軌道要素如第十一表所示。

第十一表 1929 年 η Aquarids 軌道要素

| | e | ω | Ω | i | q |
|---|---|---|---|---|---|
| Halley's Comet | 0.96728 | 111° 24' | 57° 16' | 162° 13' | 0.5872 |
| η Aquarids | 1.00000 | 104.6 | 44.8 | 161.6 | 0.6318 |

七月所現之 δ Aquarids 無五月 η Aquarids 之顯著。例如 1921 年 7 月 28—30 日間僅 13 個。中以 29 日爲最多,凡六個。由觀測所得之輻射點爲赤經 338°, 赤緯 —12°。1924 年出現之最多日期及程度皆與 1921 年相同。光度皆小。

第十二表 1924年 δ Aquarids 出現數

| 觀測日期 | 觀測時數 | 觀測流星總數 | δ Aquarids數 | δ Aquarids 每時平均數 | 雲量 |
|---|---|---|---|---|---|
| 年 月 日 | 時 | 個 | 個 | 個 | |
| 1924 7 28午後 | 2 | 15 | 5 | 2.5 | 2 |
| 29午後 | 1 | 6 | 5 | 5.0 | 3 |
| 30午後 | 1.5 | 17 | 6 | 4.0 | 0 |
| 31午後 | 2 | 13 | 4 | 2.0 | 0 |
| 8 1午後 | 1 | 5 | 2 | 2.0 | 4 |
| 2午前 | 1 | 16 | 3 | 3.0 | 2 |
| 2午後 | 1 | 9 | 3 | 3.0 | 0 |
| 8午前 | 1.5 | 22 | 2 | 1.3 | 0 |
| 9午前 | 1.5 | 19 | 1 | 0.7 | 0 |
| 10午前 | 2 | 22 | 1 | 0.5 | 2 |

8. 英仙座流星羣 (Perseids) :— 一年中以八月出現之流星數爲最多, 1762 年 Muschenbrock 氏已指摘之。Chambers 氏曾取 82156 個流星按月統計之,(如第十三表)知七八兩月已超過全年之半數.此因英仙座流星羣出現之故也。此流星羣由每年六

第十三表 每月流星之百分率

| 月 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 百分率 | 3.4 | 2.2 | 2.1 | 6.8 | 2.6 | 2.9 | 12.1 | 38.1 | 5.1 | 8.3 | 11.3 | 4.9 |

月下旬或七月上旬起,繼續出現至八月下旬止。現今出現最多者爲 8 月 11—13 日。一時間約數十乃至數百個。輻射點由赤經

3°, 赤緯 +49° 起,漸次變化至赤經 76°赤緯 +57° 左右。飛行迅速,多殘痕跡。

依 Philip 氏之計算,出現點平均高 133.1 粁,消滅點平均高 95.5 粁。經路平均長 72.0 粁。而 Denning 氏依同時觀測法,由此流星羣七十六個得其出現點平均高 81.2 哩,消滅點 53.4 哩,經路之長爲 47.8 哩,速度爲 38.8 哩。

Denning 氏依十年間之觀測,知此流星羣出現數目,常有變化。例如 1901 年於 6.75 時間內得 104 個, 1907 年於 6 時間內得 101 個, 1909 年 4 時間內得 79 個。1911 年 2.5 時間內僅得 3 個, 1912 年 3.75 時間內得 14 個。至其衰弱原因,固與天氣有關,然與 1874 年 4 時間內觀測 252 個,及 1877 年 5 時間內之 285 個相比較,當有其他原因存在焉。(17)

彗星乃如流星物質合成之推測,雖始於 1850 年頃,實際證明其關係者,爲 1866 年 Schiaparelli 觀測此流星羣之後,由其輻射點之變化,計算流星羣運行之軌道,偶然發見其與 1862 年第三彗星相類似。1862 年第三彗星乃是年 7 月 15 日 Swift 氏所發見, 8 月 22 日通過近日點。八九月映於肉眼者約二三星期之久。8 月 27 日具 25°之尾。依 Oppolzer 之計算,乃以 123 年之週期,運行於細長之橢圓軌道上。此彗星之軌道於 8 月 12 日頃接近於地球軌道,故每年於此時期,運行於彗星軌道上之微小物體,入大氣中,遂成英仙座流星羣。因軌道上流星物質之分布大概相同,故每年出現之數均甚顯著。而在軌道之橫方向,亦有流星物質之存在,故前後四十餘日間亦得觀測之。

此流星雨之古代記錄, Herrick, Quètelet, Littrow, Biot, Newton 等均研究之。茲錄 Newton 所集之表,並因春分點移動之故,添加 1850 年之相當日期。

第十四表 Perseids古代出現日期

| 號數 | 出現日期 | | | 1850年相當日期 | | | 記載者 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 年 | 月 | 日 | 年 | 月 | 日 | |
| 1 | 西紀 830 | 7 | 26 | 1850 | 8 | 9.2 | Biot |
| 2 | 833 | 7 | 27 | 1850 | 8 | 10.4 | Biot |
| 3 | 835 | 7 | 26 | 1850 | 8 | 8.9 | Biot |
| 4 | 841 | 7 | 25 | 1850 | 8 | 8.4 | Biot |
| 5 | 924 | 7 | 26-28 | 1850 | 8 | 8.1-10.1 | Biot |
| 6 | 925 | 7 | 27-28 | 1850 | 8 | 8.8-9.8 | Biot |
| 7 | 926 | 7 | 27 | 1850 | 8 | 8.6 | Biot |
| 8 | 933 | 7 | 25-30 | 1850 | 8 | 5.8-10.8 | Biot |
| 9 | 1243 | 8 | 2 | 1850 | 8 | 10.6 | Herrick |
| 10 | 1451 | 8 | 5 | 1850 | 8 | 10.0 | Biot |
| 11 | 36 | 7 | 25 | 1850 | 7 | 20.8 | Biot |
| 12 | 784 | 7 | 14 | 1850 | 7 | 29.0 | Biot |
| 13 | 1022 | 7 | 28-30 | 1850 | 7 | 9.3-11.3 | Chasles |
| 14 | 714 | 7 | 19 | 1850 | 8 | 2.9 | Biot |
| 15 | 865 | 8 | 5 | 1850 | 8 | 19.3 | Biot |

Newton 氏推斷 1—10 確係 Perseids,而 11—15 則未論及之。吾人已知 7 月末乃寶瓶座流星羣出現之期,故 12 及 14 或卽該流星羣之著者。而 11,13 及 15 三者屬於何流星羣則難判斷。

1837 年美國紐約 G. C. Schaeffer 氏[18]由 8 月 9 日之觀測,決定此流星羣之輻射點約爲赤經 55°, 赤緯 + 60°。是爲決定英仙座流星羣輻射點之第一人。然此輻射點有二顯著性質,一乃輻射點有廣大之面積;一乃出現期間中,輻射點之位置逐漸移動。關於前者, Schiaparelli[19]謂主要輻射點之近傍,更有從屬的輻射點(Parasitical Radiant)存在。Dorpat 之 Öpik 氏爲求 1921 年 8 月 10 日及 12 日英仙座流星羣輻射點面積之中心起見,以 5 吋望遠鏡觀

測流星,得 15 個之經路。由 12 日所測之 14 個流星決定二輻射點。卽由其中 5 個得輻射點爲赤經 42°50′ 赤緯 + 58°15.′ 由其餘 9 個得赤經 40°, 赤緯 +55°35′。而輻射點之面積,前者爲 3.°3×1.°3 之橢圓形,後者則爲 5.°7×2.°2。

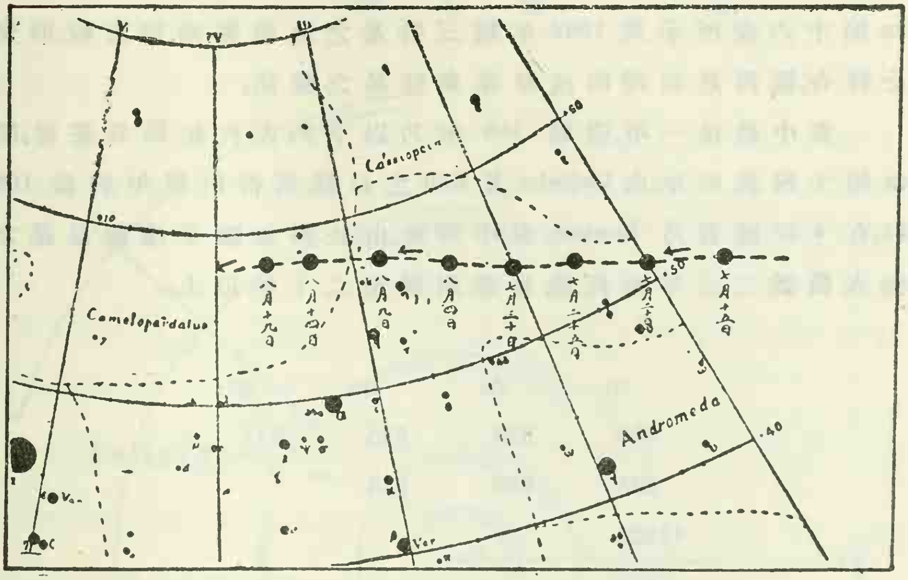
A. C. Twinning 氏[20]觀測 1858—61 年間之英仙座流星羣,知 1861 年 8 月 10—13 日間輻射點之移動狀態。然關此問題下決定的斷定者乃 Denning 氏。氏由其觀測知其輻射點每夜沿規則的曲線而移動。並知其赤經由出現日起逐漸增加至 8 月 20 日終熄止。氏最初之注意爲 1877 年。

第十五表 Perseids 輻射點之位置

| 日期 | 赤經 | 赤緯 | 日期 | 赤經 | 赤緯 | 日期 | 赤經 | 赤緯 | 日期 | 赤經 | 赤緯 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 月 日 | ° | ° | 月 日 | ° | ° | 月 日 | ° | ° | 月 日 | ° | ° |
| 7 15 | 15 | +49 | 7 24 | 24 | +52 | 8 2 | 34 | +55 | 8 11 | 45 | +57 |
| 16 | 16 | 49 | 25 | 25 | 53 | 3 | 35 | 55 | 12 | 47 | 57 |
| 17 | 17 | 50 | 26 | 26 | 53 | 4 | 36 | 56 | 13 | 48 | 57 |
| 18 | 18 | 50 | 27 | 27 | 53 | 5 | 38 | 56 | 14 | 50 | 58 |
| 19 | 19 | 51 | 28 | 28 | 54 | 6 | 39 | 56 | 15 | 51 | 58 |
| 20 | 20 | 51 | 29 | 29 | 54 | 7 | 40 | 56 | 16 | 52 | 58 |
| 21 | 21 | 51 | 30 | 30 | 54 | 8 | 42 | 57 | 17 | 54 | 58 |
| 22 | 22 | 51 | 31 | 32 | 54 | 9 | 43 | 57 | 18 | 55 | 58 |
| 23 | 23 | 52 | 8 1 | 33 | 55 | 10 | 44 | 57 | 19 | 56 | 58 |

第十五表乃由 7 月 15 日至 8 月 19 日英仙座流星羣輻射點之位置。至其移動之狀態則如第六圖所示。

第六圖




最初研究此流星羣之軌道乃 Boguslawski 氏。氏以 1838 年 8 月 10 日之觀測爲基礎,求五個拋物線軌道。其後 A. Erman, Daniel Kirkwood, A. C. Twinning, Newton, Schiaparelli 等皆研究此流星羣各性質及軌道。至 1866 年終 Schiaparelli 氏發見其與 1862 年第三彗星有密切關係。

第十六表　Perseids 軌道要素

| 軌道要素 | | Perseids | | Comet 1862,III | |
|---|---|---|---|---|---|
| 通過近日點日期 | T | 7月 23.62日 | | 1862年8月22.9日 | |
| 通過交點日期 | | 8月 10.75日 | | | |
| 近日點黃經 | π | 343° | 48' | 344° | 41' |
| 昇交點黃經 | Ω | 138 | 16 | 137 | 27 |
| 軌道傾斜度 | i | 115 | 57 | 113 | 34 |
| 近日點距離 | q | 0.9643 | | 0.9626 | |
| 週期 | P | 108年 (?) | | 121.5年 | |

氏依1866年8月9—11日之觀測,得輻射點爲赤經44°赤緯+56°,且推定是年出現最多日期爲8月10.75日。其軌道要素如第十六表[21]所示。與1862年第三彗星之軌道要素相比較,則完全符合。遂得最初證明流星羣與彗星之關係。

表中最後一項,週期108年乃以下列古代紀錄爲基礎。即如第十四表所示,由Quètelet及Biot之目錄所得出現年約爲108年。有*符號者乃Newton表中所無。由此得知獅子座流星羣之極大僅爲二三年而此流星羣則延至二十年以上。

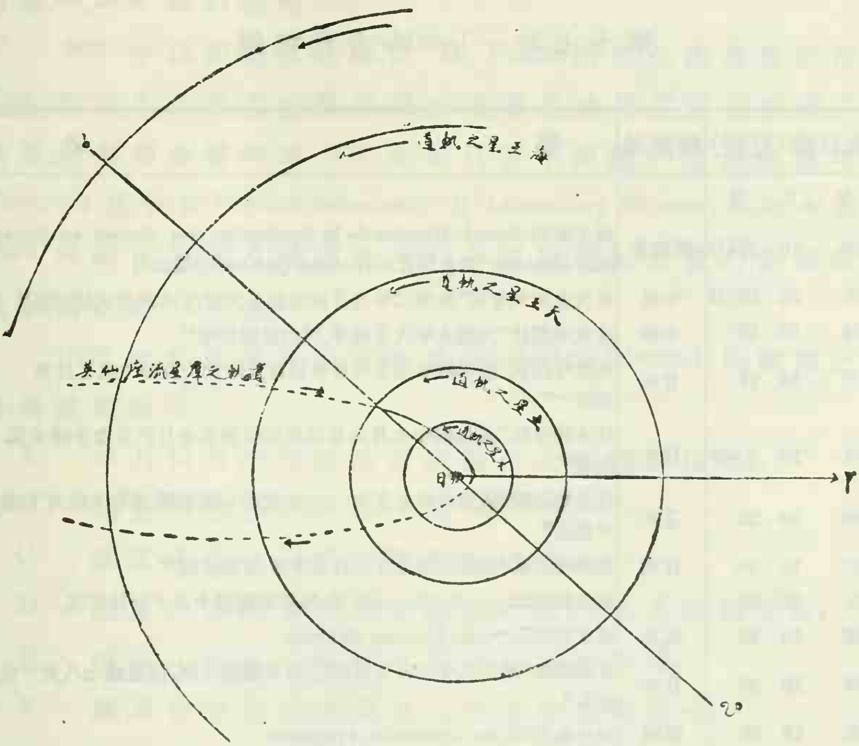
| 年 | 年 | 年 | 年 |
|---|---|---|---|
| 830 | 833 | 835 | 841 |
| 925 | 926 | 933 | |
| *1029 | | | |
| 1243 | | | |
| 1451 | | | |
| *1779 | 1784 | 1789 | |

1862年第三彗星出現時,流星之數比其前後年爲多。彗星之週期爲120年,次回出現日期約爲1980年,故現今該彗星正運行於遠日點附近。由上事實論之,此流星羣得謂爲老期流星羣。流星分布其軌道全部,而與軌道垂直之方向亦復不少。

1911年8月9—12日Dorpat地方某觀測者測此流星羣流星122個。最盛者爲8月12日。經路或爲曲狀,或爲波狀,或二三相並而平行者。輻射點之平均位置爲赤經44.°5赤緯+56.°5。發光點及消滅點之高度爲40.5—103.6粁。[22]

1917年8月11日Denning氏於四時四十分間,觀測流星凡219個,其中屬於英仙座流星羣者凡195個。光輝大如金星者四,如木星者九,如一等星者甚多。輻射點爲赤經45°赤緯+58.°最盛

第七圖




時每分間約現一個以上。是爲 Bristol 二十年來所未有者。[23]

1918年 Denning 氏觀測之結果，知其數目逐日增加。8月8—9日二時間半觀測25個，10日一時四十五分間得31個，11日陰天未測，12日二時四十五分間觀測96個。其最盛日期當在11日之夜。輻射點之位置，每夜皆向東北移動。其散漫之廣，幾不能謂爲點，其直徑竟在六七度以上。[24]

1919年 Denning 氏觀測之結果，知其輻射點比往年更形散開，且逐日向東北東移動。光輝最強者約爲 —4 等。其高約爲76—51哩。[25]

9. 獅子座流星羣 (Leonids) :— 此乃每年十一月 9—20 日間出現之流星羣,以 1833 年所現之流星雨爲最多。此流星羣之古代記錄,如第十七表所示。

第十七表 Leonids 古代記錄

| 出現日期(克歷) | | | 觀測地 | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| 年 | 月 | 日 | | |
| * 902 | 10 | 23(?) | 西班牙 | 原文載於 Condé, Histoire de la domination des Manres en Espague. Quetelet 謂在10月30日. Arago及Klein謂爲23日. |
| 931 | 10 | 19. 21 | 中國 | 五代史司天考載"長興二年九月丙戍衆星交流,丁亥衆星交流而隕" |
| * 934 | 10 | 18 | 中國 | 遼史本記載"天顯九年九月庚子,西南星隕如雨" |
| * 967 | 10 | 19 | 日本 | 扶桑略記載"康保四年九月九日夜始自亥時至於寅時…衆星自東流西…." |
| *1002 | 10 | 20-21 | 日本 | 日本紀略載"長保四年九月六日戊戌終夜流星七日己亥自子時至寅流星" |
| 1035 | 10 | 20 | 日本 | 扶桑略記載"長元八年九月十一日,夜寅時自流星變,念日大赦天下.依天變也" |
| *1037 | 10 | 20 | 日本 | 扶桑略記載"長歷元年九月三日夜子時,有流星變." |
| 1101 | 10 | 23 | ? | 原文載於Chron. S. Maxentii 中,流星於儒歷十月十七日出現. |
| *1202 | 10 | 26 | 埃及 | 原文載於Soyonti, Histoire de Caire. |
| 1238 | 10 | 25 | 日本 | 吾妻鏡載"曆仁元年九月九日辛巳,自亥刻迄丑刻,流星或七八尺…色白赤" |
| 1366 | 10 | 29 | 澳洲 | 原文載於 Chron. ecelessiae Pragensis |
| 1466 | 10 | 31(?) | 日本 | 後法興院記載"寬正七年九月十三日壬午睛…子刻終如去年有流星…" |
| *1532 | 11 | 3 | 朝鮮 | 增補文獻備考載"中宗二十七年壬辰九月辛未.夜星隕如雨." |
| *1533 | 11 | 3 | 中國 | 天文志載"嘉靖十二年九月(?)丙子.四更至五更四方大小流星縱橫交行…." |
| *1566 | 11 | 5 | 朝鮮 | 增補文獻備考載"明宗二十一年丙寅十月辛未亦如之"指飛星流星.四方如雨也. |
| 1602 | 11 | 6 | 中國 | 天文志載"萬曆三十年九月辛巳有大小星數百交錯行" |
| 1698 | 11 | 8 | 瑞士 | 原文不明.此乃根據Klein氏. |
| *1799 | 11 | 11 | 歐美 | Humboldt 氏曾測於南美 Cumana. |
| 1832 | 11 | 11-13 | 歐美 | |
| *1833 | 11 | 12-13 | 美國 | |
| 1866 | 11 | 13 | 美國 | |

表中附有＊符號者乃記有如雨雪之現象,爲出現最盛之期。觀此表知出現日期次第移動。930年間約遲二十四日。Adams謂此流星羣軌道之近日點,因木星土星天王星等之攝動而一週轉,33.25年間約迴轉29'。

902年以前全無記錄,依 Le Verrier 所說,此流星羣於西紀126年因天王星之攪亂,始屬於太陽系,其後遂運行於現今之軌道。如斯則由當時至902年約八百年間無一記錄,誠爲可疑。Newcomb 氏著書 Popular Astronomy 及 Astronomy for every Body 中,載有599年獅子座流星羣者。此599年非西曆紀元數,乃回回教紀元數,爲西紀1202年。

1833年此流星羣出現甚多。依 Denison Olmsted 氏觀測之結果,得結論如次:(26)

A. 11月13日所現流星之原點在大氣範圍以外。

B. 流星出發點約在地上高2238哩。

C. 流星爲重力所攝引而落於地球。

D. 流星乃直線落下,在可想像距離內,彼此殆相平行。

E. 流星入地球大氣時,速度約爲每秒四哩。

F. 流星含有燃燒物質,發火消滅於大氣之中。

G. 有具巨大體積者。

H. 流星爲可燃體,乃光及透明物質所構成者。

I. 流星雲追地球而繞太陽。

J. 其繞太陽之軌道爲橢圓,與黃道面稍有傾斜,遠日點在地球軌道附近。

K. 其週期約爲六個月。

1866年 Schiaparelli 氏發見 Perseids 與 Comet 1862 III 之關係時,並得 Leonids 之軌道。1867年 C. F. W. Peters, Schiaparelli, 及 Oppolzer 氏各自獨立發見 Leonids 與 Comet 1866 I 之關係。第十八表乃 Schiaparelli 氏所得之軌道要素。(27)

第十八表 Leonids 軌道要素

| | Leonids | | Comet 1866 I | |
|---|---|---|---|---|
| | 月 | 日 | 月 | 日 |
| 通過近日點日期 | 11 | 10.092 | 1 | 11.160 |
| 近日點黃經 | 56° | 25.9′ | 60° | 28.0′ |
| 昇交點 | 231 | 28.2 | 231 | 26.1 |
| 軌道傾斜角 | 162 | 15.5 | 162 | 41.9 |
| 近日點距離 | 0.9873 | | 0.9765 | |
| 離心率 | 0.9046 | | 0.9054 | |
| 長軸半徑 | 10.34 | | 10.344 | |
| 週期 | 33.25年 | | 33.176年 | |

1867 年 4 月 J. C. Adams 氏[28]得此流星羣之軌道要素如下:

| | |
|---|---|
| | 時 分 ° ′ |
| 輻射點(1866)…………… | α = 9 56 , δ = +23 1 |
| 週期………………………… | 33.25年 |
| 平均距離…………………… | 10.3402 |
| 離心率 …………………… | 0.9047 |
| 近日點距離……………… | 0.9855 |
| 軌道傾斜角……………… | 163° 14′ |
| 交點黃經………………… | 51 28 |
| 近日點黃經……………… | 58 19 |

Turner氏[29]曾發見由一連續觀測記錄檢其忽然變化存在之方法。例如太陽黑點出現之週期為十一年;今取十二年之觀測,依調和分析法求正弦餘弦項之係數S, C, 以算其位相。次以第十三年之値代第一年以算之。再以第十四年之値代第二年以算之。如此類推,計算十二次後,記錄為之一新。後再以第二十五年以下之値,依次換算之。若記錄無何異變則順次所得位相之値僅稍有變化耳。若位相突然起有大變化,必記錄含有突然之

變化焉。氏依此方法,就 Wolf 每年觀測平均值計算之,發見 1766, 1796, 1838, 1868, 1895 年有急劇變化。此與獅子座流星雨出現時日相近,故氏疑兩者之間有何關係存在焉。

獅子座流星羣與黑點自不能有直接關係,僅能想像有一運動週期約爲十一年之流星羣者與黑點週期以影響焉。如斯則其軌道大軸約爲 10,與土星軌道之大軸相近。又此流星羣之近日點距離極小,軌道殆爲一直線。其近太陽之端,速度極大,在遠日點附近之速度極微,故受其他天體之影響甚大。設會獅子座流星羣之軌道於遠日點,則甚受獅子座流星羣之影響而變其週期。氏詳細考察 1766, 1799, 1866, 1899 年獅子座流星羣之出現,知週期之變化,得依其與獅子座流星羣之衝突解說之。此流星因與土星之衝突,由獅子座流星羣或土星之環,分出而消失;得計算衝突所分出質點之速度爲極小。(環之質點與獅子座流星羣之質點乃同速反向者。)

又根據獅子座流星羣與土星之週期,於西紀 271 或 301 年有如最初分出者;此乃假定獅子座流星羣質量甚大之結果。此假定由種種現象視之,皆得謂爲正當。如 1864 年土星位置之誤差,得由此說明之。若果如斯,則地球及月亦受獅子座流星羣之影響。Newcomb 氏所示太陰運動之誤差,亦得依此流星羣之出現說明之。而水星近日點運動理論之誤差,亦非不能以此說明之者。又黑點之赤道加速運動之說明,亦得謂爲逆行運動之流星羣突入太陽面而生者。Sampson 氏[(30)]對此學說加以反對。其要點謂依 Turner 氏所說,則獅子座流星羣之質量當爲莫大,且依流星羣之軌道則羣與土星無衝突之機會也。

1916 年 Tempel 彗星(卽 1866 年第一彗星)在遠日點附近,故此流星羣,不甚顯著。依 Denning 氏之報告,11 月 15 日一時間內約僅見一個。17 日 Wilson 夫人於三時間內觀測此流星 7 個。皆由輻射點赤經 150° 赤緯 +22° 所發出者。此位置與普通 11 月 14—15

日朝所輻射者相一致。(31)

1917 年 11 月 16 日 Oribia 氏於 168 分間觀測流星 36 個;屬於此流星羣者 16 個。其輻射點乃以赤經 152° 赤緯 +23°.3 爲中心之 2°×1° 之小面積內。17 日於 140 分間觀測流星 19 個,屬此流星羣者凡 4。其輻射點與前日無大差異。(32)

1920 年 11 月 15—16 日 Adamson 氏於 10 時間內觀測流星 98 個,屬此流星羣者 33 個。其輻射點爲赤經 150° 赤緯 +22°。且疾行而留有尾者。King 氏於 15 日 11 時後觀測三時間內,得此流星羣 9 個。輻射點爲赤經 152° 赤緯 +23°.(33)

1928 年 11 月 18 日有一大流星現於赤經 153°, 赤緯 +13° 至赤經 151°.5 赤緯 – 8° 之間。此流星由出現點至赤經 153° 赤緯 -1° 間,以 0.3 秒而直進,於此點而分裂。至消滅點止,光度約爲滿月之三分之一。約二分間殘有長約三度,幅約半度之痕跡。此大流星亦屬於獅子座流星羣者。(34)

10. 仙女座流星羣 (Andromedes) :— 此乃每年 11 月 20—30 日所現之流星羣,以 20—23 日爲最盛。其出現日期,漸次變早。其關係彗星爲 Biela's Comet。此彗星於 1772 年 Montague 在法國 Limoges 已由望遠鏡窺之。是時其尾爲四分。1805 年 Pons 復發見之。1826 年 Biela 氏發見一彗星,計算其軌道之結果,遂知其乃 1722 年及 1805 年彗星之囘歸。遂名之曰 Biela 彗星。

關於仙女座流星羣與 Biela 彗星之關係,最初記載可謂爲 1741 年 12 月 7 日在 St. Petersburg 所見之大流星羣。次爲 1798 年 12 月 5 日 Brandes 旅行德國時,數時間內見 400 個流星雨。1830 年 12 月 7 日 Abbe Raillard 在法國見此流星甚多。1847 年 12 月 6 日 Heis 氏在德國定其輻射點爲赤經 25°, 赤緯 +40°。後又得赤經 21° 赤緯 +54°。1867 年 11 月 30 日 Zezioli 氏得赤經 17° 赤緯 +48°。

D'Arrest 由 1798—1838 年間之記錄,得 Biela 彗星之囘歸週期

六次,求彗星與流星羣間軌道之關係。Weiss 氏用[35] Hubbard 元素得此流星羣之輻射點如第十九表所示。

第十九表　Andromedes 輻射點

| 日　期 | Ω | α | δ |
|---|---|---|---|
| 年　月　日 | | | |
| 1722 12 10 | 258°.4 | 18°.7 | +58°.1 |
| 1826 12 4 | 251.8 | 22.8 | +47.7 |
| 1852 11 28 | 245.8 | 23.4 | +43.0 |

由此表得知交點黃經之速減及交點通過日期之變早。

1872 年 11 月 27 日歐洲地方觀測此流星羣甚多。有一觀測者於六小時內觀測 10579 個。E. J. Lowe 在 Nottinghan 附近於五小時內觀測 14665 個。P. F. Denza 在意大利 Moncalieri 於六時半內見 33400 個。[36]

1885 年 11 月 27 日 P. F. Denza 於四小時內觀測 39546 個; Capt D. Wilson-Barber 在東經 60°北緯 25°海中,於半小時內得每分爲 600 至1000 個。1886 年 H. A. Newton 集[37]合以上觀測之結果,得結論如下:

A.　在一地方,全天每小時約有 75000 個

B.　流星羣之最密部分,厚不過 100000 哩

C.　主要流星羣不逾六小時

D.　在最密部分每邊 20 哩之立方體內有一流星

E.　輻射點之面積約爲數度

F.　九十輻射點之平均値爲赤經 24.°54, 赤緯 +44.°74。

1899 年 11 月 24 日歐美各洲皆有此流星羣之小數出現。在 Vienna 之最多報告爲每小時 90 個。在 Prinception 則爲每分 2—3 個。後者所定之輻射點爲赤經 23° 赤緯 +42°½, 但係一小面積,其直徑約爲 2—3 度。

此流星羣之軌道要素, S. J. Corrigan 氏算之如下:

第二十表　Andromedes 軌道要素

| | Andromedes | Biela's Comet |
|---|---|---|
| 視輻射點 | α = 23.°7<br>δ = +44.3 | α = 24.°0<br>δ = +42.2 |
| 實輻射點 | α = 352.0<br>δ = +9.3 | α = 349.9<br>δ = +7.7 |
| 近日點黄經 | 108° 16' | 109° 40' |
| 交點黄經 | 245 57 | 246 29 |
| 軌道傾斜角 | 13 08 | 12 33 |
| 近日點距離 | 0.8578 | 0.8606 |
| 相對速度 | 12 哩/秒 | 12 哩/秒 |

11. 流星輻射點：— 每月出現之流星各有不同,茲列其輻射點於後,以供參考。

第二十一表(A)　流星輻射點(1—2月)

| 日期 | | 輻射點 | | | | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | α | | δ | 附近星座 | |
| 月 | 日 | 時 | 分 | ° | | |
| 1 | 2—3 | 15 | 20 | 北 53 | ι Draco | 迅,經路長, |
| | 3— | 10 | 24 | 北 41 | μ Ursa Major | 迅, |
| | 11— | 14 | 40 | 北 13 | ζ Bootes | 迅,痕 |
| | 17— | 19 | 40 | 北 53 | θ Cygnus | 緩,輝 |
| | 25— | 8 | 44 | 北 32 | τ Cancer | 迅 |
| | 29— | 14 | 12 | 北 52 | κ Bootes | 極迅 |
| 2 | 5—10 | 5 | 0 | 北 41 | η Auriga | 緩,輝 |
| | 15— | 15 | 44 | 北 11 | α Serpens | 迅,痕 |
| | 19—28 | 10 | 20 | 北 14 | α Leo | 緩 |
| | 20— | 17 | 32 | 北 36 | κ Hercules | 迅,痕 |

第二十一表(B)　流星輻射點(3—6月)

| 日期 | | 輻射點 | | | | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | α | | δ | 附近星座 | |
| 月 | 日 | 時 | 分 | ° | | |
| 3 | 1—4 | 11 | 4 | 北 4 | σ Leo | 緩,輝 |
| | 1—14 | 11 | 40 | 北 10 | υ Leo | 緩 |
| | 18— | 21 | 4 | 北 76 | χ Cepheus | 緩,輝 |
| | 24— | 10 | 44 | 北 58 | β Ursa Major | 迅 |
| | 27— | 15 | 16 | 北 32 | δ Bootes | 迅,小 |
| 3<br>5 | | 17 | 32 | 北 62 | ζ Draco | 稍迅, |
| 4 | 12—24 | 14 | 0 | 南 10 | χ Virgo | 緩,火球 |
| | 16—25 | 20 | 4 | 北 23 | γ Sagitta | 速,痕 |
| | 18—23 | 12 | 36 | 南 31 | β Hydra | 緩,長, |
| | 19— | 13 | 24 | 北 8 | ζ Virgo | 緩 |
| | 20—22 | 18 | 4 | 北 33 | χ Lyra | 迅,Lyrids |
| | 20—25 | 14 | 32 | 南 31 | θ Centaurus | 緩,經路長 |
| | 30— | 19 | 24 | 北 59 | χ Cygnus | 稍緩, |
| 4<br>5 | | 19 | 32 | 北 58 | ε Ursa Major | 緩,黃 |
| | 30— | 19 | 44 | 0 | η Aquila | 速,痕 |
| 4<br>5 | 29<br>8 | 22 | 32 | 南 2 | η Aquarius | 速,痕 Aquarids |
| 5 | 11—18 | 15 | 24 | 北 27 | α Cor. Borealis | 緩,小, |
| 5<br>8 | 30 | 22 | 12 | 北 28 | 32 Pegasus | 迅 |
| 5<br>7 | | 16 | 48 | 南 21 | α Scorpio | 緩,曳尾 |
| 5 | 18—31 | 16 | 20 | 北 29 | ξ Cor. Borealis | 迅,白 |
| 6—8 | | 20 | 45 | 北 61 | η Cepheus | 迅 |
| 6—9 | | 20 | 20 | 北 57 | 33 Cygnus | 迅,九月則緩 |
| 6—7 | | 16 | 20 | 北 64 | η Draco | 迅 |
| 6—8 | | 20 | 12 | 北 24 | 24 Vulpecula | 迅 |

第二十一表(C)　流星輻射點(7—9月)

| 日期 | | 輻射點 | | | | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | α | | δ | 附近星座 | |
| 月 | 日 | 時 | 分 | ° | | |
| 7 | 6—22 | 18 | 56 | 南 13 | υ Sagittarius | 甚,緩 |
| | 15—31 | 1 | 33 | 北 43 | ν Andromeda | 迅,痕 |
| | 19— | 21 | 0 | 北 48 | f′ Cygnus | 迅,短 |
| | 22—27 | 22 | 20 | 北 51 | 3 Lacerta | 迅,痕 |
| 7—8 | | 20 | 32 | 南 12 | τ Capricornus | 緩,長 |
| 7<br>9 | 25} | 3 | 12 | 北 43 | β Perseus | 迅,痕 |
| 7 | 28— | 22 | 36 | 南 11 | δ Aquarius | 緩,長 |
| 7—9 | | 22 | 20 | 北 73 | 31 Cepheus | 迅,短 |
| 7 | 8—31 | 21 | 8 | 北 31 | ζ Cygnus | 迅,白 |
| 7—8 | | 18 | 40 | 北 57 | d Draco | 緩,短 |
| 7—10 | | 23 | 40 | 北 72 | γ Cepheus | 迅,短 |
| 8 | 10—13 | 3 | 0 | 北 57 | γ Perseus | 迅, |
| 8—9 | | 23 | 32 | 南 11 | Aquarius東部 | 稍緩, |
| 8 | 15 | 19 | 20 | 北 53 | κ Cygnus | 迅,光輝大 |
| | 15—25 | 19 | 24 | 北 60 | δ Draco | 緩,光輝大 |
| | 25 | 0 | 20 | 北 11 | γ Pegasus | 緩,短 |
| 8—9 | | 23 | 4 | 0 | γ Pisces | 緩, |
| 8<br>10 | 2} | 4 | 56 | 北 42 | α Auriga | 迅, |
| 8}<br>9} | | 4 | 12 | 北 22 | α Taurus | 迅, |
| 9 | 5—15 | 4 | 8 | 北 35 | ξ Perseus | 迅,痕 |
| | 6—17 | 7 | 4 | 北 52 | 21 Lynx | 迅,痕 |
| | 15—24 | 0 | 56 | 北 6 | ω Pisces | 緩 |
| | 21— | 2 | 4 | 北 19 | α Taurus | 緩,曳尾, |
| | 27—30 | 0 | 16 | 北 28 | α Andromeda | 緩 |
| 9<br>10 | 28}<br>9} | 21 | 20 | 北 40 | τ Cygnus | 緩,光輝小 |

第二十一表 (D)　流星輻射點(10—12月)

| 日期 | | 輻射點 | | | | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | α | | δ | 附近星座 | |
| 月 | 日 | 時 | 分 | ° | | |
| 10 | 2— | 15 | 20 | 北 52 | ι Draco | 緩,光輝大, |
| | 8— | 5 | 6 | 北 31 | β Auriga | 緩,痕, |
| | 8—14 | 3 | 0 | 北 58 | γ Perseus | 光輝小,短, |
| | 14 | 8 | 52 | 北 68 | o Ursa Major | 稍迅, |
| | 18—20 | 6 | 8 | 北 15 | ξ Orion | 迅,痕, |
| | 23— | 6 | 40 | 北 13 | Gemini | 迅,痕, |
| | 29— | 7 | 16 | 北 23 | δ Gemini | 極迅, |
| 11 | 1— | 2 | 52 | 北 22 | δ Aries | 緩,輝, |
| | 2— | 3 | 52 | 北 9 | λ Taurus | 緩,輝, |
| | 10—12 | 8 | 52 | 北 31 | ι Cancer | 極迅, |
| | 14—16 | 10 | 0 | 北 22 | γ Leo | 迅, |
| | 16—28 | 10 | 16 | 北 41 | μ Ursa Major | 迅, |
| | 20—23 | 4 | 12 | 北 23 | ϰ Taurus | 緩,輝, |
| | 17—23 | 1 | 40 | 北 43 | γ Andromeda | 極緩,曳尾, |
| 11 25}<br>12 12} | | 12 | 36 | 北 73 | ϰ Draco | 稍迅, |
| 11 | 30— | 12 | 40 | 北 58 | ε Ursa Major | 迅, |
| 12 | 4— | 10 | 48 | 北 58 | β Ursa Major | 迅, |
| | 6— | 5 | 40 | 北 23 | ζ Taurus | 緩,輝, |
| | 8— | 9 | 40 | 北 7 | o Leo | 緩, |
| | 8— | 13 | 52 | 北 71 | β Ursa Minor | 稍迅, |
| | 10—12 | 7 | 12 | 北 33 | α Gemini | 迅,短, |
| | 12— | 7 | 56 | 北 29 | β Gemini | 稍迅, |
| | 22— | 12 | 56 | 北 67 | ε Ursa Major北 | 迅, |
| | 21—22 | 7 | 48 | 北 47 | 31 Lynx | 迅, |
| | 31— | 6 | 8 | 北 57 | δ Auriga | 緩,輝, |

(1) Observatory, No. 360

(2) Astronomische Nachrichten, 68, 382, 1867.

(3) Astronomische Nachrichten, 55, 206, 1861.

(4) Astronomische Nachrichten, 69, 33, 1867.

(5) Siderial Messenger, 5, 146, 1886.

(6) Olivier's Meteors, p. 61

(7) Olivier's Meteors, p. 62

(8) Astronomische Nachrichten, 200, 205, 1914

(9) The Heavens, No. 101

(10) Astronomische Nachrichten, 72, 361, 1868

(11) Astronomische Nachrichten, 73, 41, 1868

(12) Monthly Not., R. A. S. 36, 210, 1876

(13) The Astronomical Herald, Vol. VIII, No. 9

(14) Observatory, 2, 103, 1878-9

(15) Pub. Astr. Soc. Pac., 22, 141, 1910

(16) Astronomiche Nachrichten, 191, 251, 1912.

(17) The Astronomical Herald, Vol. V, No. 8

(18) Am. Jour. Sci., (I), 33, 133, 1838.

(19) The Heavens, No. 88

(20) Am. Jour. Sci., (II), 33, 244, 1862.

(21) Olivier's Meteors, p. 58.

(22) The Astronomical Herald, Vol. V, No. 6

(23) The Astronomical Herald, Vol. X, No. 7

(24) The Astronomical Herald, Vol. XI, No. 7

(25) The Astronomical Herald, Vol. XII, No. 11.

(26) Olivier's Meteors, p. 26

(27) Olivier's Meteors, p. 33.

(28) Monthly Not. R. A. S., 27, 247, 1866-7

(29) The Astronomical Herald, Vol. VII, No. 5

(30) Monthly Not., Dec. 1914.

(31) The Astronomical Herald, Vol. IX, No. 10

(32) The Astronomical Herald, Vol. X, No. 12

(33) The Astronomical Herald, Vol. XIV, No. 3

(34) The Astronomical Herald, Vol. XXII, No. 5

(35) Astronomische Nachrichten, 72, 81, 1868.

(36) Olivier's Meteriors, p. 68

(37) Am. Jour. Sci., (3), 31, 409, 1886.

## III. 彗星與流星

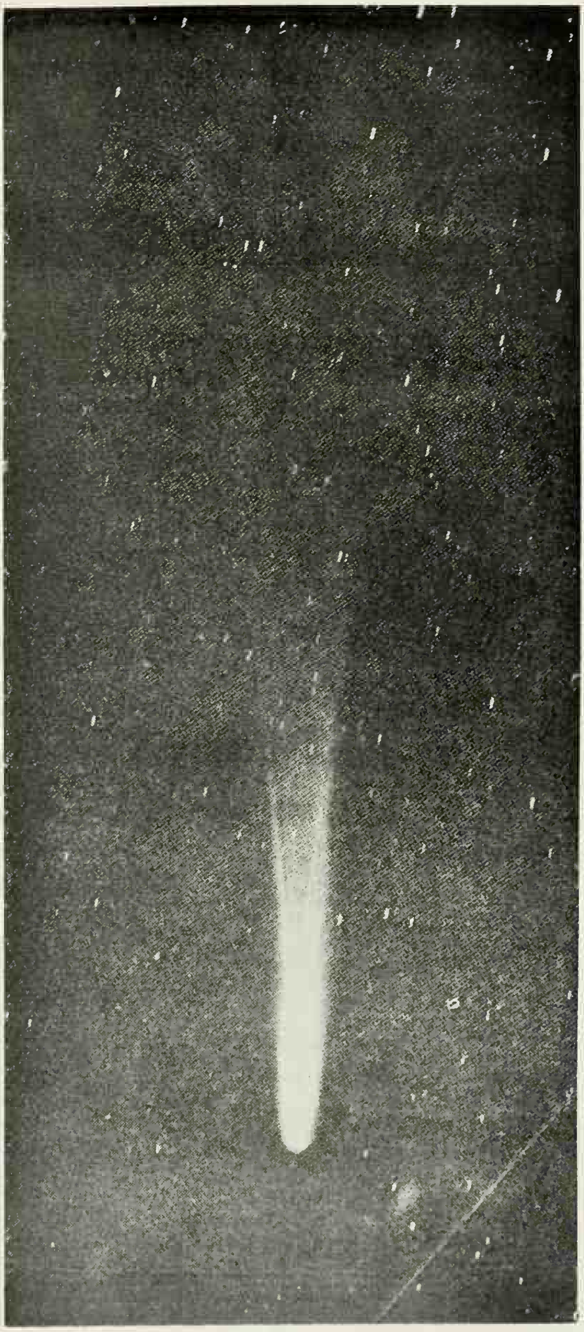
12. 彗星與流星之關係 :— 彗星與流星羣軌道及週期之相似者,必因兩體間有密切之關係。其關係果如何耶?雖有種種學說,而以流星羣乃彗星之分離物一說,最爲可信。此由彗星之變化狀態得證明之。例如 1882 年 9 月 3 日出現一大彗星,其核始殆爲圓形,至 10 月 9 日變爲橢圓形。後漸延長經六日後分裂爲七八個。且有數個彗星的物質所成之雲霧狀物體離彗星而緩進,光輝亦微,終而消失。此附屬物乃彗星過近日點時,由其尾所分離者。蓋此彗星甚近於太陽,近日點距離僅約爲 75 萬哩。且經過近日點時之速度,一秒間運行三百餘哩。以如斯大速度沿太陽面而運行,故其尾之一部飛躍而分離,遂生如斯附屬物。又如 1908 年 9 月所現之彗星變化亦烈。10 月 16 日在彗星頭部約隔三度之處有二大星雲狀之塊;其後方與粗尾相連,翌日此大塊遂消失。

如斯 1882 年大彗星之附屬物及 1908 年彗星所現之二塊星雲狀物質之消失者,離本星而飛入於無限之空間耶?抑依然隨本星而迴於其軌道耶?其一部分自然飛入於空間,而大部分若非受其他天體之攝動,則當仍追本星而進行。如斯無數分離物質追本星而進,經長久年月後漸遠本星,沿其軌道而散布,遂構成流星羣。此流星羣之軌道及其他要點悉與彗星相一致者,決非偶然之事也。

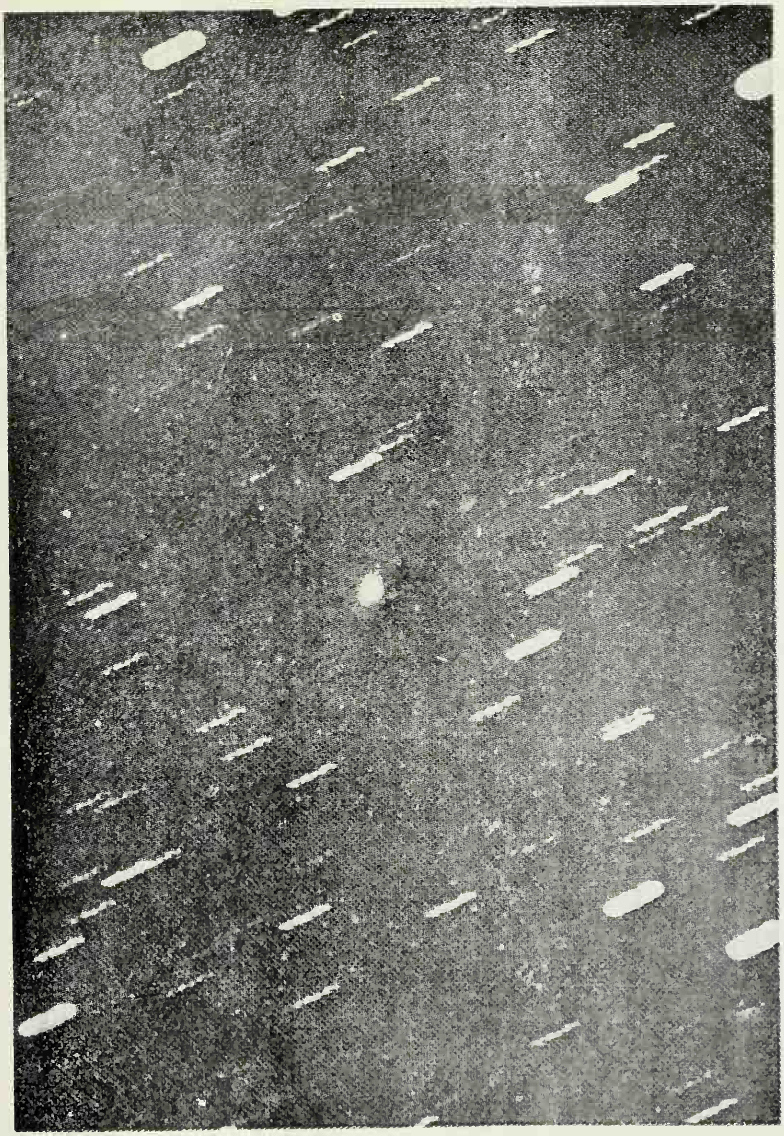
今以流星羣乃彗星分離物所構成者可分爲三種:

A. 由彗星分離後,經長久年月者,散布於軌道之全部,構成流星羣,於每年出現期而現,此種流星之數甚少。

B. 由彗星分離後,年月不如第一種之久,而較長於第三種者,沿軌道之一部集合成長列,乃週期的;出現期依其列狀之長短而異,連續出現至二三年或十餘年者。其數較多於第一種。



1910 年 5 月 7 日之哈雷彗星
(Lick 天文臺 Geo F. Paddock 所攝)



Pon-Winnecke 彗星

(1927年6月28日上午1時43分起,曝露時間凡四十一分)



Schwassmann 彗星

(1930年5月2日Schwassmann博士在德國Hamburg天文臺所攝)

C. 由彗星分離後年月不久,密集於軌道之一部,亦爲週期的。於出現期而現一次。此種流星之數頗多。

13. Pon-Winnecke 彗星:— 此彗星乃1819年6月12日Pons在法國Marseille天文臺所發見者。計算其軌道爲五年半。其後則未發現。1858年3月8日德國Winnecke氏偶然發見一彗星,計算軌道之後,知與1819年Pons彗星相同。故今日稱爲Winnecke或Pon-Winnecke彗星。關於此彗星之觀測,如第二十二表所示。[1]

第二十二表 Pon-Winnecke 彗星之發見

| 年代 | 近日點通過日期 | | 發現日期 | | 發現者 | 週期 | 近日點距離 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 年 | 月 | 日 | 月 | 日 | | 年 | |
| 1819 | 7 | 19 | 6 | 12 | Pons | 5.62 | 0.774 |
| 1858 | 5 | 2 | 3 | 8 | Winnecke | 5.56 | 0.769 |
| 1869 | 6 | 30 | 4 | 9 | Winnecke | 5.59 | 0.782 |
| 1875 | 3 | 12 | 2 | 1 | Borrelly | 5.73 | 0.829 |
| 1886 | 9 | 4 | 8 | 9 | Finlay | 5.82 | 0.883 |
| 1892 | 7 | 1 | 3 | 18 | Spitaler | 5.82 | 0.887 |
| 1898 | 3 | 20 | 1 | 2 | Perrine | 5.83 | 0.924 |
| 1909 | 10 | 9 | 10 | 31 | Porro | 5.89 | 0.972 |
| 1915 | 9 | 1 | 4 | 4 | Tiele | 5.87 | 0.972 |
| 1921 | 6 | 13 | 4 | 12 | Barnard | 6.01 | 1.041 |
| 1927 | 6 | 20 | — | | — | 6.01 | 1.040 |

週期由5.6年增加至6.0年,近日點距離由0.77增加至1.04者,因受行星攝動之影響。且此彗星乃屬木星族,故受木星之影響特甚。例如1869年此彗星軌道之近日點距離爲0.7815即在地球軌道內約2150萬哩。而1915年僅爲0.9725,即僅達地球軌道內400萬哩。如斯變動乃受木星攝動影響之結果。其軌道要素如第二十三表所示。

第二十三表 Pon-Winnecke彗星軌道要素

| T 年 月 日G.M.T. | ω ° | π ° | Ω ° | i ° | logq |
|---|---|---|---|---|---|
| 1819 7 18.9 | 161.5 | 274.7 | 113.2 | 10.7 | 9.8885 |
| 1858 5 2.0 | 162.1 | 275.6 | 113.5 | 10.8 | 9.8858 |
| 1915 9 1.0 | 172.3 | 271.7 | 99.4 | 18.3 | 9.9875 |
| 1921 6 12.9 | 170.3 | 268.4 | 98.1 | 18.9 | 0.0174 |
| 1927 6 20.5 | 170.4 | 268.5 | 98.2 | 18.9 | 0.0168 |

1916年6月28日午後10時頃Denning氏見一流星雨,每時約有30—40個,乃由赤經231°赤緯北54°之周圍所輻射者。因其軌道與1819年Pon-Winnecke彗星相似,故知其與此彗星有關係,為向所未知之流星雨。[2]

1921年6月頃此彗星復過近日點,依Cromellin氏所記,則其出現最確軌道要素為

$$\omega = 174^\circ \qquad q = 1.01$$

$$\Omega = 96 \qquad \log a = 0.509$$

$$i = 19.5 \qquad e = 0.687$$

由此軌道要素,知其降交點黃經為276°,近日點黃經為270°,而近日點距離為1.01,與彗星於降交點之太陽距離相差甚微,故通過近日點五日後,卽過降交點。

1915年9月1日彗星過近日點,而於九個月後尙見相當之流星雨,則1921年6月頃當有多數流星雨出現。然是年Barnard氏由6月24日徹夜觀測至27日止,無甚結果;僅知流星羣之濃厚部分決不與地球軌道相會。而Denning氏於7月5日夜觀測緩慢之流星雨二個,其輻射點各為赤經243°,赤緯65°及赤經228°赤緯58°。此約在由彗星所推算輻射點(依Hoffmeister所算為赤經211°赤緯60°)之東。氏謂仍屬於Winnecke流星羣者。

是年日本亦努力於此流星雨之觀測,而以朝鮮仁川觀測

所之成績爲最佳。該所每夜觀測情形如第二十四表所示。[3]

第二十四表　1921 年 Winnecke 流星羣觀測狀態

| 觀測日期 | | | 觀測時數 | | 平均雲量 | 觀測流星總數 | Winnecke 流星羣 | Winnecke 流星羣每時平均數 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 年 | 月 | 日 | 時 | 分 | | 個 | 個 | 個 |
| 1921 | 6 | 25-26 | 6 | 15 | 3 | 35 | 2 | 0.3 |
| | | 26-27 | 3 | 25 | 8 | 11 | 1 | 0.3 |
| | | 28-29 | 5 | 46 | 7 | 17 | 3 | 0.5 |
| | | 29-30 | 4 | 20 | 7 | 27 | 4 | 0.9 |
| | | 30- 1 | 3 | 47 | 7 | 73 | 20 | 5.3 |
| | 7 | 1-2 | 4 | 24 | 2 | 64 | 4 | 0.9 |
| | | 2-3 | 7 | 30 | 3 | 69 | 9 | 1.2 |

由此表得知 6 月 30 日頃出現最多。依彗星軌道要素之最確值,則降交點黃經爲 278°2′, 地球通過同一黃經之時刻爲 6 月 30 日午後 7 時頃,則是夜流星之最多是無疑矣。又依觀測結果,流星物質似細長分布於軌道上,與軌道成直角方向者分布不如前之多。

1927 年 6 月 20 日頃,此彗星復通過近日點。6 月下旬與地球最接近。是時美國有可驚之流星雨。[4] Tennessce 州 Chattanooga 市 C. C. Willipord 氏於是年 6 月 26—29 日曾見多數流星出現於此彗星所在之琴座中。6 月 23 日下午 11 時至翌晨 3 時之間,北 Carolina 州 Winston-Salen 市 K. A. ShePherd 氏謂

"流星殆布於全天,連續而出。不能求其輻射點或徑路。……午後 11 時頃每時間約 60 個,12 時則在 100 個以上,其後漸次減少,至 3 時頃每小時約 30 個,……,各流星出現繼續時間平均爲 2—3 秒,有爲 5 秒者。……流星皆向正南而飛,午前 2 時頃稍移南西,……"依此報告得知是年 Winnecke 流星羣出現頗多,但不能求其輻射點焉。

14. Skjellerup 彗星[5]:— Skjellerup 氏久住於南非洲之 Cape-town, 曾發見 1919g, 1920c, 1921d, 1922b, 及 1922d, 等彗星。五六年前移居澳洲 Melbourne, 遂於 1927 年發見新彗星,並伴有流星羣焉。

1927 年 12 月上旬發見時,光輝爲 2—3 等,其後急增其光,至中旬雖白晝亦能以肉眼視之。如 15 日朝,印度 Kodaikanal 天文臺 P. R. Chidambara Aiyar 氏發見其距太陽約二度。16 日南美 La Plata 天文臺亦於白晝見之。同日夕刻德國 H. Wörner 氏發見其在距太陽五度之處。以上皆以肉眼得視之,光輝之大可知矣。如斯大彗星誠爲近代所稀有。發見人名如第二十五表所示。

第二十五表 (A) Skjellerup 彗星發見者

| 日期 年 | 月 | 日 | 人名 | 地點 |
|---|---|---|---|---|
| 1927 | 11 | 28 | *C. O'. Connell | New Zealand 之 Marton 東北 |
| | 12 | 2 | *T. Knox | 澳洲 Victoria 之 Northcote |
| | | 2 | *Botes 夫人 | 南非洲 Frazeburgh |
| | | 2 | *I. E. Adams | Lowa Hutt, N.Z. |
| | | 2 | *S. Moore | Lyttleton, N.Z. |
| | | 2 | *Remmer 警官 | Waihi, N. Z. |
| | | 3 | *J. E. Skjellerup | Melbourne |
| | | 3 | *F. Voullaire | Hawera, N Z. |
| | | 3 | A. Sheat | Auckland, N.Z. |
| | | 3 | C. H. Gredhill | Whangamomona, N.Z. |
| | | 4,5,7,8,9, | Gawith | Hawera N.Z. |
| | | 4,7,9 | Morshead | N. Plymouth, N.Z. |
| | | 4 | Rhind | New Plymouth |
| | | 4 | Ward | Wanganni, N. Z. |
| | | 4,5,7 | Townsend | Hawera, N. Z. |
| | | 5 | *R. Fitchet | 南非洲 Grahamstown |
| | | 5,6,7 | *Mc. Intosh | Auckland, N. Z. |
| | | 5 | J. Smethurst | Broken Hill, N.S. W. |
| | | 6 | *Maristany | 南美洲 La Plata |
| | | 6,7 | Cape 天文臺 | 南非洲 |
| | | 6 | *J. Marks | New Zealand 冲之汽船 Cumberland |
| | | 7 | Castro | 南美洲 Santiago 天文臺 |
| | | 8,9,10, | Hudson | Wellington, N. Z. |
| | | 8,9,10, | Adams | Wellington, N. Z. |
| | | 8,9 | Bateson | Wellington, N. Z. |
| | | 9 | Crust | Wellington, N. Z. |
| | | 9 | Union 天文臺 | 南非洲 |

第二十五表(B) Skjellerup彗星發見者

| 日 | 期 | | 人名 | 地點 |
|---|---|---|---|---|
| 年 | 月 | 日 | | |
| 1927 | 12 | 15 | *P. R. Chidambara Aiyar | 印度Kadaikanal天文臺 |
| | 12 | 15—19 | Lowell 天文臺 | 美國 |
| | 12 | 16 | *H. Wörner | 德國Hannover市 |
| | 12 | 16 | J. M. Patterson | 英國Fifeshire |
| | 12 | 16—18, 20, 21, 27, 28, | Hamburg天文臺 | 德國 |
| | 12 | 17, 18 | Washington海軍天文臺 | 美國 |
| | 12 | 17 | Berkeley天文臺 | 美國 |
| | 12 | 18—24 | Yerkes天文臺 | 美國 |
| | 12 | 19 | Kopenhagen天文臺 | 丹麥 |
| | 12 | 19 | Potsdam天文臺 | 德國 |
| 1927<br>1928 | 12<br>1 | 19, 29—31<br>2, | Hoffmeister | 德國Sonneberg市 |
| 1927 | 12 | 20, 21 | Berlin天文臺 | 德國 |
| | 12 | 21, 22 | Turku天文臺 | 芬蘭 |
| | 12 | 25, 27 | J.C. Duncan | 美Wellesley天文臺 |

第二十五表(C) Skjellerup彗星發見者

| 日 | 期 | | 人名 | 地點 |
|---|---|---|---|---|
| 年 | 月 | 日 | | |
| 1928 | 2 | 10 | Cape天文臺 | 南非洲 |
| | | 11 | Cape天文臺,Union天文臺 | 南非洲 |
| | | 12 | Cape天文臺 | 南非洲 |
| | | 13 | Cape天文臺 | 南非洲 |
| | | 17 | Cape天文臺 | 南非洲 |
| | | 22 | Cape天文臺 | 南非洲 |
| | | 25 | Cape天文臺 | 南非洲 |
| | | 29 | Cape天文臺 | 南非洲 |

第二十五表 (A) 之觀測,全在南半球。爲南非洲,南美洲,澳洲天文家努力於發見此彗星之時期。星之光輝甚大,故眞正發見者決不僅一二人而已。表中附有 * 符號者,乃獨立發見者之名。最初發見者雖爲 O'Connell 氏,而 Skjellerup 氏於發見時卽有精密位置觀測報告於附近之 Melbourne 天文臺,遂得發見之榮譽。此第一期時代所觀測之位置,皆載於 Astronomishe Nachrichten No. 3551,然均不精確。不久 Wood 及 Dawson 計算其軌道要素,彼此又不能一致,實因觀測不確實之故。

第二十五表 (B) 之觀測,乃北半球專門學者追蹟此彗星之時期。此時期彗星之光輝最大;猶以12月中旬各地方多於白晝,由肉眼觀測之。然是時彗星常近於太陽,故其位置之測定以及光度之研究皆甚困難焉。是時光輝約爲 —10 等。Skjellerup 氏發見時,尾長約爲3°。於此時期內,尾暫短縮,如12月17日爲3°,18日爲2.5° (以上Hamburg天文臺觀測)。22日爲1° (Yerke 天文臺觀測)。由27日頃尾忽延長而爲30° (Hamburg 天文臺觀測), 30日爲40°, 31日爲35°, (以上 Hoffmeister 氏觀測)。12月18日通過近日點,距太陽約2695 萬粁。

第二期觀測之最終爲1928年1月2日 Hoffmeister 氏之觀測。是時彗星在楯 (Scutum) 座之西南隅, 1月2日以後,彗星由人馬 (Sagittatius) 座南下,北半球遂不能見之。2月10日朝,南非洲 Cape 天文臺復發見之。

第二十五表 (C) 之觀測,乃南非洲天文臺精密研究此彗星之時期。2月10日 Cape 天文臺發見時卽開始攝影觀測,翌日 Union 天文臺亦開始觀測。是時光輝約爲9等。由天體望遠鏡得行精密觀測。故第三期之觀測,得以決定確實之軌道。

自此彗星發見以後,所發表之軌道要素,如第二十六表所示。中有數理的方面之錯誤者,亦有觀測方面之缺陷者。然其嘗爲拋物線之軌道無疑。

第二十六表　Skjellerup彗星軌道要素

| T | ω | | Ω | | i | | q | 計算所用觀測日 | 計算者 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 年 月 日 | ° | ′ | ° | ′ | ° | ′ | | 月 日 | |
| 1927 12 1.192 | 323 | 29 | 79 | 20 | 72 | 10 | 0.6058 | 12 5 以前 | Wood |
| 18.2 | 20 | 58 | 78 | 43 | 82 | 41 | 0.323 | 17 以前 | Dawson |
| 17.30 | 10 | 0 | 81 | 40 | 80 | 12 | 0.3775 | 3,7,17 | Yamamoto(1) |
| 18.659 | 23 | 24 | 83 | 5 | 82 | 33 | 0.2685 | 3,7,19 | yamamoto(2) |
| 18.61 | 42 | 56 | 81 | 19 | 83 | 52 | 0.1822 | 3,7,19-21 | Crommelin(1) |
| 16.80 | 29 | 25 | 76 | 30 | 87 | 58 | 0.1381 | 17,19,21 | B. Strömgren |
| 18.008 | 46 | 9.7 | 76 | 25.2 | 85 | 27.2 | 0.1724 | 3—21 | Crommelin(2) |
| 17.652 | 41 | 10 | 76 | 47 | 86 | 9 | 0.1647 | 19—21 | |
| 18.360 | 48 | 38 | 77 | 12 | 84 | 48 | 0.1793 | 19,22,24 | VanBiesbroeck |
| 19.363 | 57 | 26 | 73 | 33 | 83 | 5 | 0.1924 | ? | Smiley |
| 17.7 | 31 | 24 | 81 | 24 | 85 | 48 | 0.1730 | 19—23 | Makemson |
| 18.1162 | 46 | 40.8 | 77 | 12.7 | 85 | 12.7 | 0.17524 | 18,21,24 | Mayall等 |
| 18.1671 | 47 | 8.82 | 77 | 14.90 | 85 | 12.81 | 0.17611 | 12 5,21<br>2 11, | Crommelin(3) |

以上所載之值,皆爲暫定的,而決定的正確之值,當待 Cape 及 Union 天文臺之第三期觀測所得之結果。然軌道之大概,自已判明。而 Crommelin 之 (2) 及 (3) 較爲正確。由 Crommelin 氏之改正軌道要素,知此彗星軌道之一部分極接近地球之軌道。且知此彗星於一月二十六日通過地球軌道面而南下,(卽通過降交點)。在其四日前彗星與地球之距離僅爲 $\frac{1}{30}$ 單位。由此得知每年六月六日地球通過此點附近,是時必有某特殊流星羣發現焉。

若由 Crommelin 氏第三次彗星軌道要素計算之,則 1928 年地球最接近於彗星軌道之日期當爲 6 月 8 日,是時之最近距離爲 0.031 單位,卽 470 萬粁。流星之輻射點爲赤經 36° 46′, 赤緯 +33° 58′, 或黃經 40° 38′, 黃緯 +20° 06′。此輻射點在三角形 (Triangulum) 座 β 星附近。若如期出現,則此流星羣或可謂爲 β

Triangulids.

1828 年 6 月 8 日 Nagkamura 在 Kyoto 地方,於半時間內見此流星羣 10 個。其輻射點爲赤經 35°, 赤緯 +38°。Crommelin 氏是年所改正之彗星軌道要素爲

| | | | 年 | 月 | 日 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 近日點通過日期 | (T) | = | 1927 | 12 | 18.18340 | |
| 近日點引數 | (ω) | = | 47° | 11′ | 13.″24 | (1927.0) |
| 昇交點黃經 | (Ω) | = | 77 | 13 | 29.62 | (1927.0) |
| 軌道面傾斜 | (i) | = | 85 | 6 | 22.01 | (1927.0) |
| 近日點距離對數 | (Logq) | = | 9.2462789 | | | |

由此所得之流星輻射點爲赤經 36° 赤緯 +39°。

15. Schwassmann 彗星 :— A. Schwassmann 氏乃德國 Hamburg 天文臺臺員,與 Wachmann 氏協同發見彗星,新星,小行星等。其發見之彗星,又名曰 Schwassmann-Wachmann 彗星。至今所發見者凡四:

1925 年第三彗星 (1927 年 11 月 15 日發見,週期 16 年)
1926 年第六彗星 (1926 年 10 月 16 日發見)
1926 年第一彗星 (1929 年 1 月 17 日發見,週期 6 年餘)
1930 年 d 彗星 (1930 年 5 月 2 日發見,週期 5 年?)

本節所論,卽此第四次發見之彗星。兩氏發見時之光度爲九等半。5 月 2 日 0 時 38.2 分(萬國時)之位置爲赤經 16 時 1.7 分,赤緯北 35 度 57 分。每日運動爲角度 32 分,方位角爲 246 度或 66 度,因由撮影板上發見之故,方向不能確定。

5 月 24 日 17 時(萬國時)之位置爲赤經 18 時 46 分,赤緯北 31 度 37 分,每日運動約向東 17 分,向南一度半。其後速度漸大,急速接近地球,乃一實質微小之彗星,當時光度約七等半。

此彗星之軌道,至今尙未確定。Eber 氏由 4 月 27 日及 29 日之撮影乾板所現之像,及 B. Stremglen 依 5 月 2—22 日之觀測,各

計算拋物線軌道如下:

| | Eber | | Stremglen | |
|---|---|---|---|---|
| | 月 | 日 | 月 | 日 |
| 通過近日點 | 6 | 12.8 | 6 | 12.908 |
| 近日點引數 | 187° | 20′ | 191° | 35′.77 |
| 昇交點黃經 | 81 | 27 | 78 | 6.28 |
| 軌道面傾斜 | 20 | 24 | 21 | 12.93 |
| 近日點距離 | 1.045 | | 1.01337 | |

又Cromellin 依 5 月22日以前之觀測材料及 Heiford 依 6 月 2 日以前之材料,算出之結果如下:

| | Cromellin | | Heiford | |
|---|---|---|---|---|
| | 月 | 日 | 月 | 日 |
| 通過近日點 | 6 | 14.1826 | 6 | 14.21981 |
| 橢圓軌道之長半徑 | 3.100190單位 | | 3.02713 單位 | |
| 離心率 | 0.6737486 | | 0.66588 | |
| 近日點距離 | 1.011441 | | 1.01189 | |
| 公轉週期 | 5.458614年 | | 5.27044年 | |

至於彗星之狀態,依西京花山天文臺之觀測,中心部向南北兩側延長,有二三種之尾,頭部視爲二個,頗呈奇觀。依東京天文臺之觀測,光度約七等半,核之光度約九等半,尾部長約30′。

彗星本體與地球最接近者爲本年 5 月31日,僅 0.08 天文單位 (1200 萬公里),當時光度約七等半。彗星軌道與地球軌道最接近者約僅 0.008 天文單位(約 120 萬公里),地球通過此點時約在六月九日,是時當有新流星羣出現。各國天文臺多加以注意。

天文研究所於 5 月27日接得青島觀象臺來電云"德國漢堡天文臺最近發見彗星,通知世界各天文臺。日本西京天文臺連日觀測計算結果,25日最近地球,僅隔 1080 萬華里,27日移向

南,但有流星羣爲所吸引,27日此羣可入地球吸力。是日當有流星雨,已通告各天文臺,屆時共同觀測,據推29日下午8—10時此流星羣約在北極星下……”。余青松,高平子二先生及余曾由28日觀測至30日止,無何所獲。余於29日在Herculer星座附近見有流星三個,雖疑屬此流星羣,然不能確定。近日接各方報告,始知前電乃由日本西京天文臺而來。該臺乃依渡邊氏所計算而發,該氏計算則有錯誤也。

關於此新流星羣之觀測,至今僅得日本西京花山天文臺中村氏之報告,其結果如下:

| 日期 | Schwassmann 流星羣總數 | 四等星以上者 | 觀測時間 | 赤經 | 赤緯 |
|---|---|---|---|---|---|
| 年 月 日 | 個 | 個 | 分 | 時 分 | ° |
| 1930 6 9 | 59 | 12 | 60 | 15 45 | +41.5 |
| 10 | 36 | 3 | 30 | 15 40 | +42. |

要之,彗星必伴有流星羣之事實,至此益信無疑。然各流星之光輝則有甚微弱者,不可不加以注意焉。彗星伴有流星羣之必然性,自古已知之例甚多,近年之 Pon-Winnecke 彗星及Skjellerup 彗星之伴有流星羣更足以證明之。至於其他不伴有流星羣之彗星,或因流星光輝微弱之故,不能認其存在,亦未可知也。

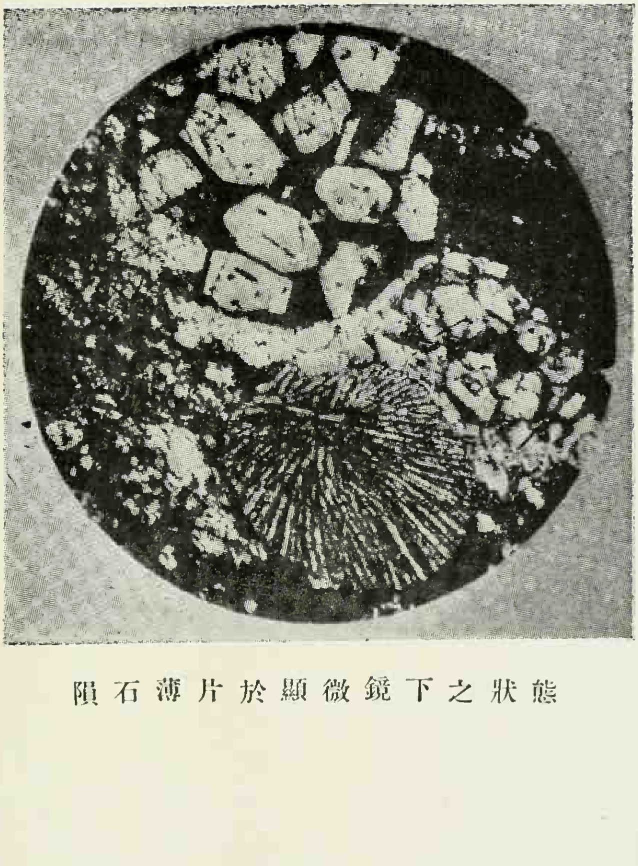
(1) The Astronomical Herald, Vol. XX, No. 3

(2) The Astronomical Herald, Vol. IX, No. 7

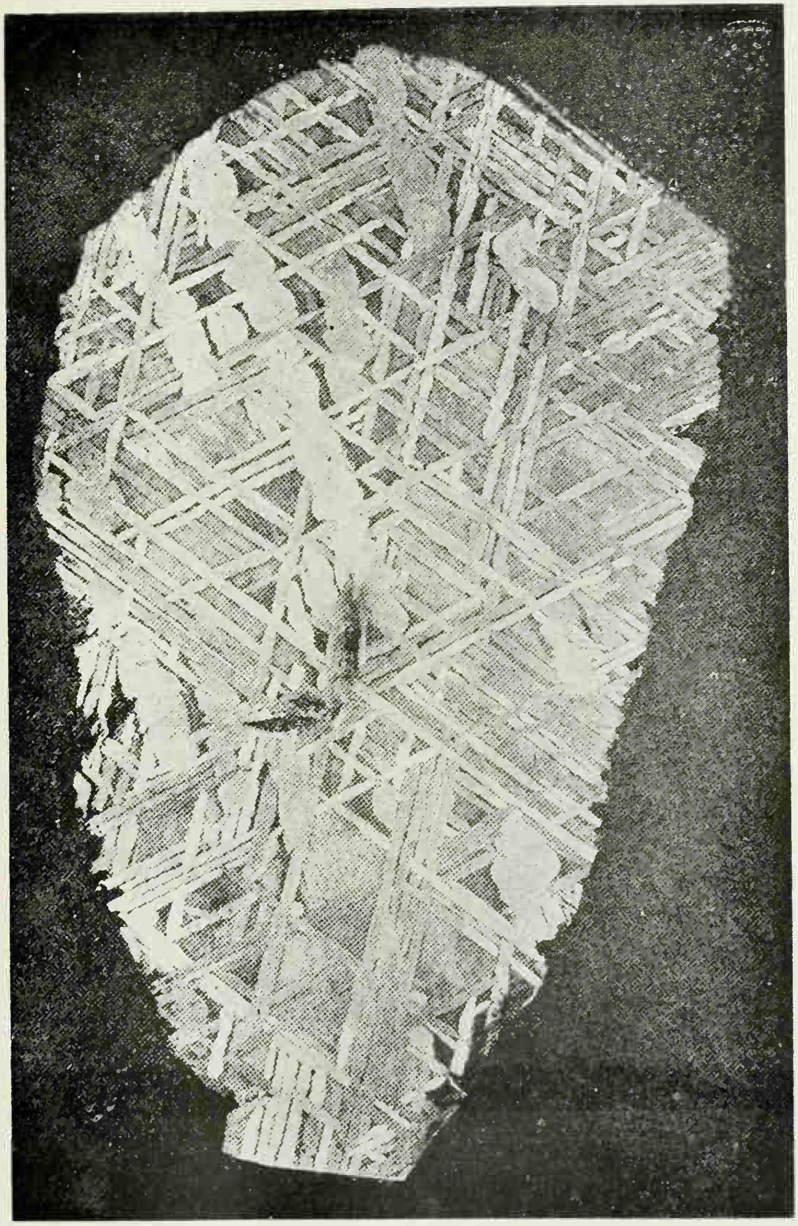
(3) The Astronomical Herald, Vol. XV, No. 4

(4) Popular Astronomy, 354

(5) The Heavens, No. 87



隕石薄片於顯微鏡下之狀態



Coopertown (Robinson County, Tennessee) 之隕石

此乃用蝕鏤法所得之像, Geo. P. Merrill 所攝. 原重 47 Kilos. 含鐵百分之 89.59, 鎳百分之 9.12.

## IV. 流星之軌道

**16.** 立體平畫投影圖 (Stereographic Projection) :-- 關於流星之種種計算,德美各國多用四桁或五桁之對數表。英國 Denning氏則以圖式方法爲主。又約十年前英國某雜誌載有求流星高度之特殊器械,至於實用與否則未知之。該機械之要點有長針二條,使此二針能與觀測之方位角及高度相合。若此針之原點與觀測二地點之位置相合,則針之交點乃流星之出現點;而地上之高亦得知矣。

流星之精密觀測,甚爲困難。欲出現點或消滅點誤差在一度以內者,非有相當之經驗不可。若觀測有一度之誤差,則雖爲詳細計算,其結果亦爲不確。今設用圖式方法,能算至約半度之精度及用四桁對數表之方法,能算至角度一分程度,其結果之不確値完全相同,則吾人自用圖式方法,可省計算之勞力。

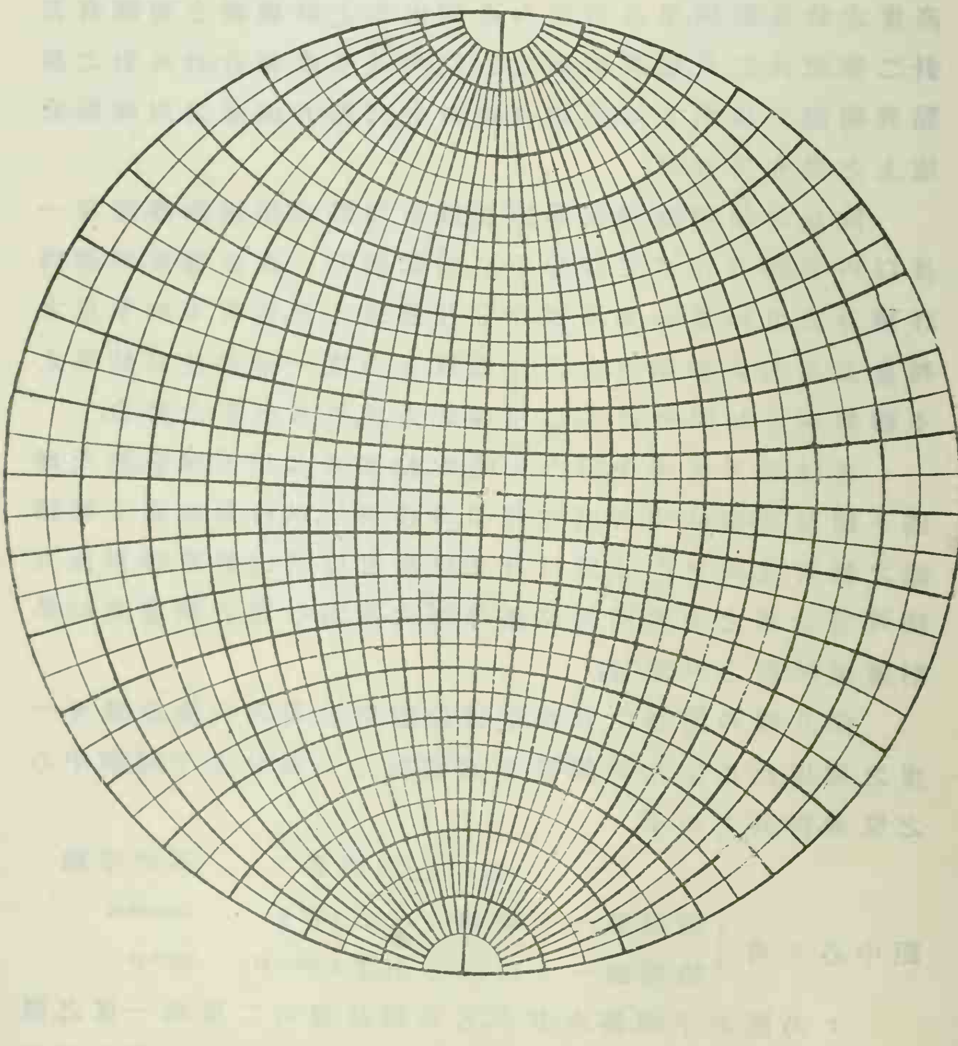
於球面天文學中,只求大略之結果者多用天球儀。然天球儀不便於攜帶,故用所謂立體平畫投影法,以投射球面上經緯線之圖代之。流星之計算以及太陽黑點位置之計算等,用此方法可省計算之手續,而其結果亦無大異。若欲得更精密之結果則需更精密之原圖焉。

第八圖乃簡單之立體平畫投影圖,若用之約能計算至一度之程度。此投影法經緯綫皆爲圓弧之一部分。其半經與中心之位置,得表之如下:

| | | 弧中心之位置 | 弧之半經 |
|---|---|---|---|
| 距中心 θ 角 | 經線弧……距球心左右 | $r\cot\theta$ | $r\operatorname{cosec}\theta$ |
| | 緯線弧……距球心上下 | $r\operatorname{cosec}\theta$ | $r\cot\theta$ |

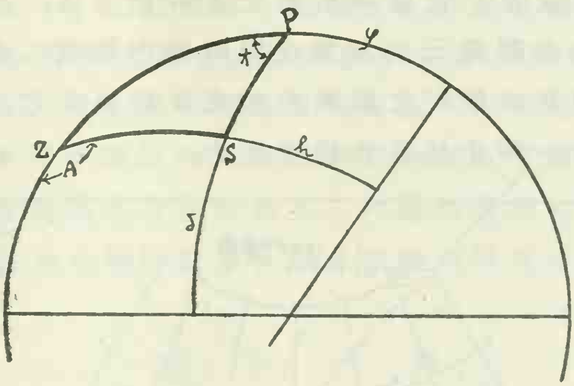
r 乃圓之半經,務求其大。若製經緯線每二度或一度之圓,則可久用爲原圖。然通常所用之紙,經長久年月後,縱橫伸縮不同,故圖常不正,遂生誤差,宜加以注意焉。

第 八 圖



天文學上常用座標之轉換,如改赤經赤緯爲方位角及高度,或改爲黃經黃緯者,用此圖則易解之。於已知大略經度之地方,觀測流星,記其始點或終點於星圖上,則自星圖上得讀其赤經與赤緯。若求其精密者,宜除歲差之影響,換算於該年之分點。用 1929 年分點之星圖,則今後數年間誤差最大不及半度。至於觀測時刻宜求該地之恆星時。恆星時與赤經之差,是爲時角,如斯得知已知赤經之星,已經過子午線若干時,或幾時間後通過子午線。

第九圖




以透明薄紙,置於第八圖之上,記其外廓之圓,赤道,及北極 P。(第九圖當與第八圖大小相同,此乃縮小者)。設外側之圓恰爲該時刻通過南北方向之子午線,則由時角 t 及赤緯 δ 得定 S 點。次將中心不動,迴轉薄紙,使其角等於該地緯度之餘角,則投影圖之極點變爲天頂,而原赤道之線變爲地平線。如斯讀相當於 S 點經緯線之位置,得知方位角 A 及高度 h。

若依球面三角形,亦得解之,卽於 △PZS 內,

$$\left.\begin{aligned} PZ &= 90^\circ - \varphi \\ PS &= 90^\circ - \delta \\ \angle P &= t \end{aligned}\right\}$$

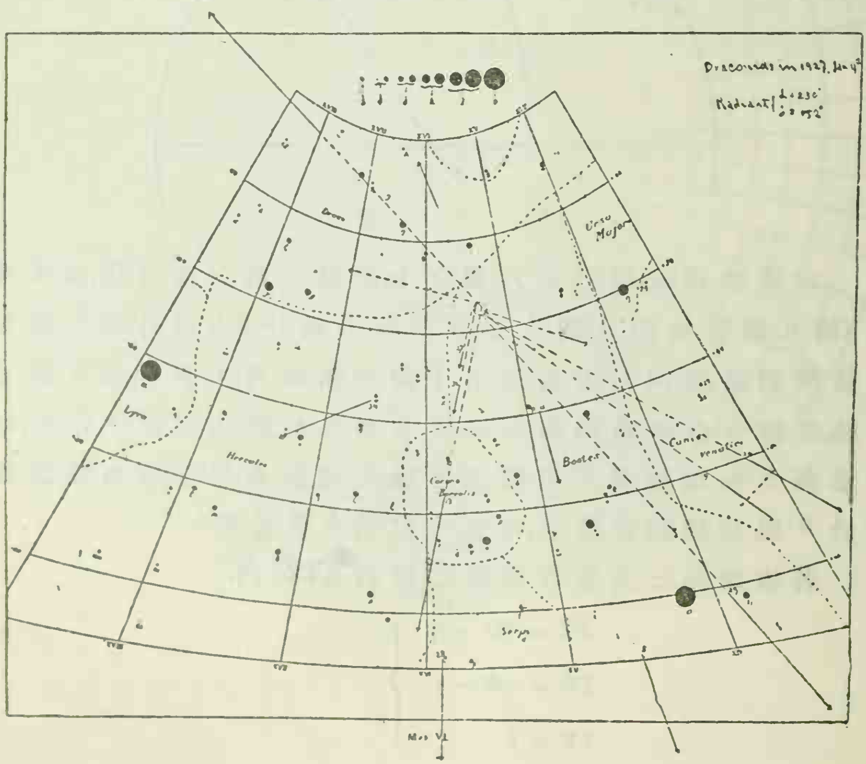
如斯已知二邊及其夾角,得求他邊及角焉。

17. 流星輻射點.— 流星輻射點之決定方法,昔甚粗笨,近來始有決定之標準。茲就1917年8月美國天文學會流星委員會(The Meteor Committee of the American Astronomical Society)所決定採用之法則述之。此法則乃美國流星天文學者 C. P. Oliver 之提案,由 E. E. Barnard, W. L. Elken, H. J. Humphreys, F.R. Moulton, H.A. Peck, W. H Pickering 諸氏贊成而協定者。

A. 輻射點得依一觀測者於四時間內,觀測四個以上流星之徑路皆在直徑2°之圓周內相交叉時決定之。

B. 或一夜觀測三個及翌夜同時間內觀測二個,共五個之流星徑路,均在直徑2°之圓周內相交叉時決定之.

C. 或依一停止流星亦得決定之。

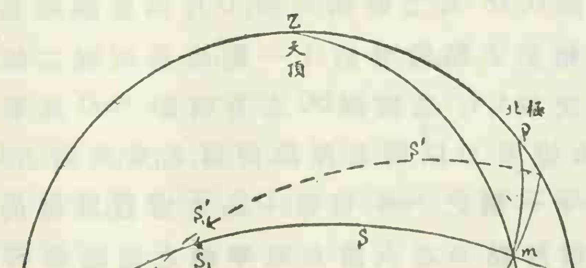


以上法則,英美各國皆勵行之,所觀測之流星滿足於上列條件時,求其輻射點之方法有二。一爲計算法,一爲作圖法。前者乃用最小自乘法,求最確之點;比作圖法繁雜,而結果則甚正確。(參看 Bulletin de la Sociètté Astronomique de France, 18, 484, 1904, H. Chrèlien 之論文)。一般多用作圖法,卽延長流星徑路於反方向,求其交叉之中心是也。如第十圖所示。

又依二個地點以上之流星同時觀測得決定正確之輻射點。設由地點 O 所視之流星發光點爲 S,消滅點爲 $S_1$,由地點 O' 視之,各爲 S', $S_1$',則依 S, $S_1$, S', $S_1$' 之赤經赤緯,記入如第九圖之薄紙。迴轉之,使 S, $S_1$ 二點至同一經線之上;沿此經線前後延長之。此卽以通過 S, $S_1$ 二點之大圓,延長至天頂上者。$SS_1$ 用實線連結之者,乃在天球上東半球,卽時角爲負。S' $S_1$' 用點線連結之者乃在天球上西半球,卽時角爲正。若不分東西半球恐易混合。

設由發光點反方向延長之二大圓相交於 m,則 m 卽爲輻射點。連結 m 及北極 P,則知 m 點之赤緯與時角,亦得知赤經焉。

第十一圖



又與天頂相連結,得知m點之方位角及高度。一流星之輻射點與流星之進行方向相當,故由此得決定流星徑路之方位角及高度。若能決定徑路上一點,例如消滅點對於地球表面之位置及地上之高度,則流星之徑路遂以決定焉。

18. 流星之高度:— 決定流星出現之高度及速度者常擇相異二地點,觀測同一流星以計算之。其方法與測定雲之高度相同。但測定流星時二地點之距離以五十粁乃至一百粁為最佳,三十粁以內,測定誤差之影響甚大;一百五十粁以上欲求觀測同一流星之機會甚少。

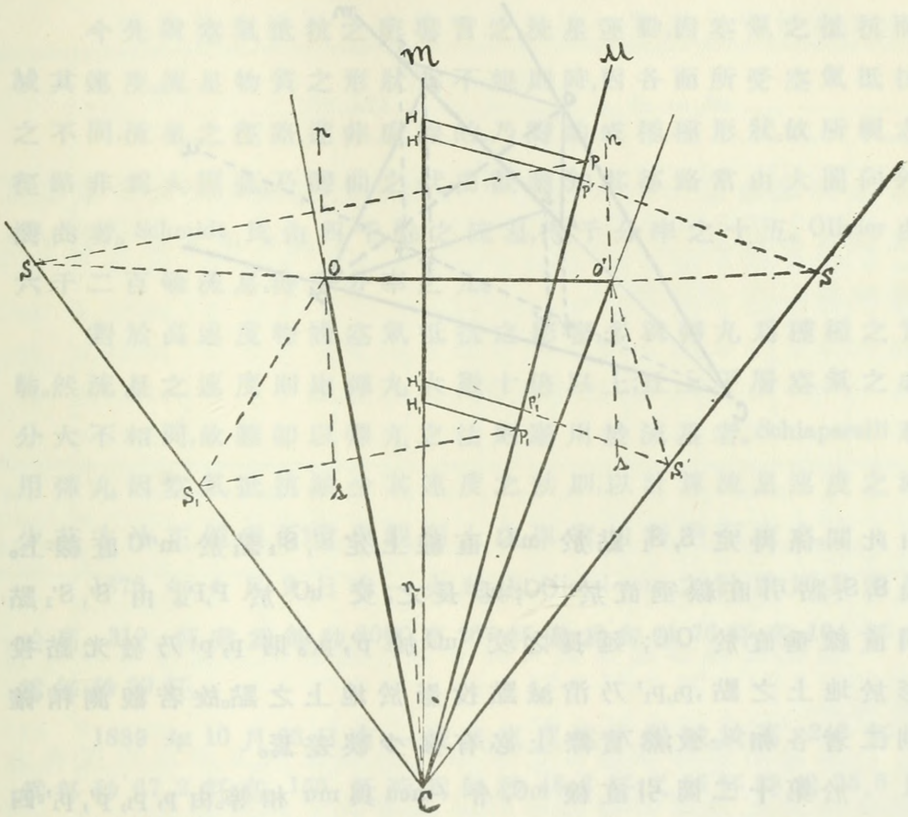
由流星同時觀測,以測定其高度之方法,最初為1798年德國學生 Brandes 及 Benzenberg 二人所發明。是年九月至十一月間二人觀測四百餘流星間,相同者二十二個。

依多數流星之同時觀測,算出地上之高度,發光點多在一百粁乃至一百五十粁;消滅點以七八十粁為最多。關於計算之方法, Olivier 氏書中,以赤道面為基礎平面,用直角座標,依數式求之。1870年 E. Reimann 發行一小册,內有 Brandes Olbers, Bessel, Quetelet, Heis 等解析的及圖式方法。今就 Heis 方法述之。

第十二圖 O, O′ 乃二觀測地點。C 乃以直線延長流星徑路與地球表面相交之點,設於第十一圖,延長所視二流星之徑路與地平線相交於 t, r, 二點則 OC 之方向即 ∠soC 與第十一圖之 ∠snt 相等。(方位角乃以南為原點,向西,北,東,而測者)O′C 之方向即 ∠so′C 與第十一圖之 ∠nsr 相等。C 點之位置,遂得決定焉。設連結天頂 Z 與輻射點 m 之大圓與地平線之交點為 U, 則 ∠snu 乃輻射點之方位角。引直線 CU 於此角度之方向,則 CU 乃流星徑路投影於地平面之直線。流星之實際徑路之方向為 mC, 則 mC, oC, o′C 成一三面角如第十三圖所示。設第十一圖之流星徑路,延長

於逆方向,與地平線相交於 l 及 q, 則

第十二圖

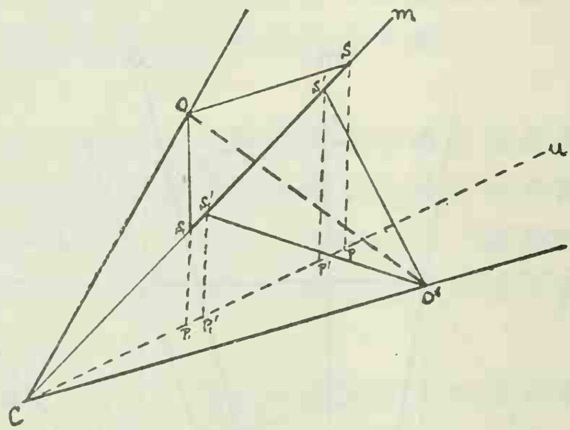


$$\left.\begin{aligned}\angle mCo &= \angle ml\\ \angle mCo' &= \angle mq\end{aligned}\right\}$$

第十二圖乃稜 mC 切此三面角爲一平面之圖。而第十二圖與第十一圖間,

$$\left.\begin{aligned}\angle S\,OC &= \angle St\\ \angle S_1OC &= \angle S_1r\\ \angle S'O'C &= \angle S't\\ \angle S_1'OC &= \angle S_1'r\end{aligned}\right\}$$

第 十 三 圖




由此關係得定 S, $S_1$ 點於 m'C 直線上;定 S', $S'_1$ 點於 m''C 直線上。由 S, $S_1$ 點引直線垂直於 OC; 延長之,交 uC 於 P,$P_1$。由 S', $S'_1$ 點引直線垂直於 O'C; 延長之交 uC 於 p', $p_1$'。則 p, p' 乃發光點投影於地上之點,$p_1$,$p_1$' 乃消滅點投影於地上之點。故若觀測精確則二者各相一致;然實際上必有多少誤差焉。

於第十二圖引直線 mC, 令 ∠mcu 與 mu 相等。由 p, $p_1$, p', $p_1$' 四點引 uC 之垂線,則得決定高度 H, $H_1$, H', $H_1$' 之值。H, H' 乃發光點之高, $H_1$, $H_1$' 乃消滅點之高。發光點及消滅點各二個之值無大差異時,取其平均值可也。普通消滅點之結果較佳,而發光點常不一致。依 Olivier 氏所述,發光點二值之差在八粁以內,消滅點之差在五粁以內者,就肉眼觀測言之,結果可謂優良矣。

流星徑路之長,取 $SS_1$ 及 $S'S_1$' 之平均值可也。以繼續時間除觀測經路之長則得其速度。

19. 運動之變化 :— 流星達地球大氣之上層時,對於

地球之運動,若僅思其瞬間之現象,則殆可視爲一直線。然因空氣抵抗,地球引力及自轉等影響,其運動方向與原來稍有變化,而徑路遂成灣曲。他如強風之影響則甚微小焉。

今先就空氣抵抗之影響言之。流星運動,因空氣之抵抗而減其速度。流星物質之形狀爲不規則時,因各面所受空氣抵抗之不同,流星之徑路遂非直線的,乃灣曲成種種形狀。故所視之徑路非爲大圓弧,乃灣曲之狀。由觀測知其徑路常由大圓向外灣曲者。Schmidt 氏由四千餘之流星,得千分率之十五。Olivier 由六千二百餘流星,得千分率之九。

對於高速度物體空氣抵抗之影響,多就彈丸爲種種之實驗。然流星之速度則比彈丸大數十倍以上;且上下層空氣之成分大不相同,故難卽以彈丸之法則應用於流星者。Schiaparelli 利用彈丸因空氣抵抗減少其速度之法則,以計算流星速度之減少。其方法正確與否?當與觀測上之事實相對照而定之。

1876 年 4 月 9 日有一火球,依 Niessl-von 之計算,則其速度,於高 319 粁處爲每秒 80粁,高 267 粁處爲每秒 76 粁,高 104 粁處爲每秒 29 粁。

1889 年 10 月 23 日有一流星,速度逐次遞減。於高 243 粁時,爲每秒 67.2 粁;高 155 粁時爲每秒 48.2 粁;又 55 粁時爲 25.6 粁;32 粁時爲 17.8 粁。

1905 年 3 月 14 日有一流星,各地方報告之速度均不相同。有謂高 87—37 粁爲每秒 36.3 粁者。有謂高 61—37 粁爲 21.1 粁者。又有謂高 54—37 粁爲 14.6 粁者。1928 年 8 月 27 日有一大流星,於上層之速度爲每秒 58 粁,下層爲每秒 10 粁。總之,流星於大氣上層之速度爲每秒數十粁,下層減爲每秒十餘粁。

次就地球引力之影響言之。流星物質在地球之遠處,因太陽引力之作用,遂運行於橢圓,抛物線或雙曲線之軌道。在地球附近之一部分,可視爲運行於一直線上。然因地球引力之作用,

與原來直線稍爲灣曲,向地球中心而吸引。其對於地球之軌道,乃以地球中心爲焦點之雙曲線。其離心率依原來速度及進行方向之天頂距離而異。又其速度因地球引力而有增加。今設 u 爲無地球時之速度, w 爲受地球引力作用後之速度,則

$$w^2 = u^2 + 2g\rho = u^2 + 124.85$$

而 g 乃地球重力之加速度, $\rho$ 乃地球之半徑。式之最後數值,速度以每秒粁表之。今以若干 u 之值代入此式得其相當之 w 之值如第二十七表所示。

第二十七表　速度變化

| u | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| W | 11.2 | 12.2 | 15.0 | 18.7 | 22.9 | 27.4 | 32.0 | 36.7 | 41.5 | 46.4 | 51.2 | 56.1 | 61.0 | 65.9 | 70.9 | 75.8 | 80.8 | 85.7 | 90.7 | 95.7 | 100.6 |

由此表得知速度愈大則兩者之差愈小。而速度小時其影響愈多。

流星對於地球進行之方向,比無地球引力作用時原有方向,常稍向近天頂方向而進行。其值得由下式[(2)]計算之。

$$\tan\frac{\zeta - z}{2} = \frac{w-u}{w+u}\tan\frac{z}{2}$$

$\zeta$ 乃觀測之進行方向, Z 乃無地球引力作用時原有進行方向之天頂距離。

第二十八表[(3)]乃示天頂引力之值。此修正值適用於輻射點位置之觀測者,最爲重要。拋物線軌道之流星羣,則就

或 Log $\frac{u}{w}$ 而用此表。橢圓或雙曲線之軌道,則僅依 Log $\frac{u}{w}$ 之量

## 第二十八表 天頂引力 (A)

| ζ | $\text{Log}\,\frac{u}{w}$ | ζ—z 之值 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | z=0° | z=10° | z=20° | z=30° | z=40° | z=50° | z=60° | z=70° | z=80° | z=90° |
| ° | | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ |
| 0 | 9.99463 | 0 0 | 0 4 | 0 7 | 0 11 | 0 15 | 0 20 | 0 24 | 0 30 | 0 36 | 0 42 |
| 12 | 9.99447 | 0 0 | 0 4 | 0 8 | 0 12 | 0 16 | 0 20 | 0 25 | 0 31 | 0 37 | 0 44 |
| 24 | 9.99394 | 0 0 | 0 4 | 0 8 | 0 14 | 0 17 | 0 22 | 0 28 | 0 34 | 0 40 | 0 48 |
| 36 | 9.99291 | 0 0 | 0 5 | 0 10 | 0 15 | 0 20 | 0 20 | 0 32 | 0 47 | 0 47 | 0 56 |
| 48 | 9.99116 | 0 0 | 0 6 | 0 12 | 0 19 | 0 25 | 0 33 | 0 40 | 0 49 | 0 59 | 1 10 |
| 60 | 9.98824 | 0 0 | 0 8 | 0 16 | 0 25 | 0 34 | 0 43 | 0 53 | 1 05 | 1 18 | 1 33 |
| 72 | 9.98344 | 0 0 | 0 11 | 0 23 | 0 35 | 0 47 | 1 01 | 1 15 | 1 31 | 1 49 | 2 11 |
| 84 | 9.97573 | 0 0 | 0 17 | 0 34 | 0 51 | 1 10 | 1 30 | 1 51 | 2 14 | 2 41 | 3 12 |
| 96 | 9.96415 | 0 0 | 0 25 | 0 50 | 1 16 | 1 23 | 2 12 | 2 44 | 3 19 | 3 58 | 4 43 |
| 108 | 9.94852 | 0 0 | 0 36 | 1 12 | 1 49 | 2 28 | 3 10 | 3 55 | 4 45 | 5 41 | 6 46 |
| 120 | 9.92975 | 0 0 | 0 49 | 1 38 | 2 29 | 3 36 | 4 19 | 5 20 | 6 29 | 7 45 | 9 14 |
| 132 | 9.91033 | 0 0 | 1 02 | 2 05 | 3 09 | 4 17 | 5 30 | 6 48 | 8 15 | 9 54 | 11 44 |
| 144 | 9.89268 | 0 0 | 1 14 | 2 29 | 3 46 | 5 07 | 6 34 | 8 07 | 9 53 | 11 47 | 14 01 |
| 156 | 9.87855 | 0 0 | 1 24 | 2 48 | 4 16 | 5 47 | 7 26 | 9 10 | 11 07 | 13 18 | 15 49 |
| 168 | 9.86957 | 0 0 | 1 30 | 3 01 | 4 34 | 6 13 | 7 58 | 9 52 | 11 55 | 14 15 | 16 57 |
| 180 | 9.86650 | 0 0 | 1 32 | 3 05 | 4 41 | 6 21 | 8 08 | 10 04 | 12 11 | 14 35 | 17 20 |

而用之。u 與 w 非獨立之量,故二者知其一卽可求天頂引力之值。第二十九表乃就 u 之值而算天頂引力之量。

次就地球自轉之影響言之。吾人觀測流星對於地球表面徑路之方向,因地球由西向東自轉之結果,所觀測之方向,與對於地球中心之方向稍有不同;常視爲比實際方向偏東者。此自轉之影響,得由日週光行差之式誘導之。對於觀測所得輻射點

第二十九表 天頂引力 (B)

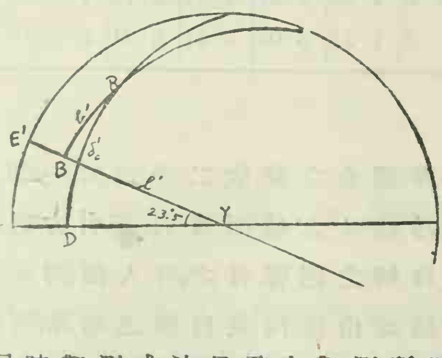
| u (每秒粁) | ζ—z 之值 z=10° | z=20° | z=30° | z=40° | z=50° | z=60° | z=70° | z=80° | z=90° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ |
| 10 | 2 0 | 4 2 | 6 8 | 8 19 | 10 38 | 13 9 | 15 55 | 19 1 | 22 35 |
| 20 | 0 41 | 1 22 | 2 5 | 2 50 | 3 37 | 4 29 | 5 26 | 6 31 | 7 46 |
| 30 | 0 19 | 0 39 | 1 0 | 1 21 | 1 44 | 2 9 | 2 36 | 3 7 | 3 43 |
| 40 | 0 11 | 0 23 | 0 35 | 0 47 | 1 0 | 1 14 | 1 30 | 1 48 | 2 9 |
| 50 | 0 7 | 0 15 | 0 22 | 0 30 | 0 39 | 0 48 | 0 58 | 1 10 | 1 24 |
| 60 | 0 5 | 0 10 | 0 16 | 0 21 | 0 27 | 0 34 | 0 41 | 0 49 | 0 59 |
| 70 | 0 4 | 0 8 | 0 12 | 0 16 | 0 20 | 0 25 | 0 30 | 0 36 | 0 43 |

之赤經赤緯,施以下列之修正可也。

$$\left.\begin{aligned}\triangle\alpha &= -\left(\frac{26.57}{w}\right)^{\circ}\cos\varphi\cos t\sec\delta\\ \triangle\delta &= -\left(\frac{26.57}{w}\right)^{\circ}\cos\varphi\sin t\sin\delta\end{aligned}\right\}\quad(4)$$

w 乃對於地球之速度 (單位爲每秒粁), φ 乃觀測地之緯度, t 乃輻射點之時角, δ 乃輻射點之赤緯,此修正值通常爲一度之幾分之一程度。

第十四圖




依流星之同時觀測或流星羣之觀測,所得輻射點之赤經赤緯以決定流星對於太陽之軌道要素者,宜先加天頂引力及

地球自轉影響之修正。然後有改赤經赤緯爲黃經黃緯之必要。其法與前述利用立體平畫投影圖改算赤經赤緯爲方位角高度者大概相似。即如第十四圖,以赤道與黃道之交點爲球之中心,最初依赤經 $rD=\alpha_0'$, 赤緯 $RD=\delta_0'$ 以記 R 點。迴轉二十三度半後,則讀黃經 $rB=l'$, 黃緯 $RB=b'$ 可也。

20 流星軌道之決定:— 天體因太陽引力作用,而運動者,其軌道皆以太陽爲焦點之圓錐曲線,即橢圓,拋物線及雙曲線是也。決定其軌道之方法,通常皆用六要素。即 (1) 通過近日點時刻T, (2)昇交點黃經Ω, (3)近日點引數ω, (4)軌道面傾斜 i, (5)離心率e, (6) 近日點距離 q。而橢圓軌道時,又有用其他要素以代六要素中之某要素者。即(7)近日點黃經 π $(=\Omega+\omega)$, (8)半長軸 a $)=q/1-e)$, (9)週期 p $(=\sqrt{a^3})$ 是也。

某天體在距太陽任意距離 γ 之對於太陽速度v, 得依半長軸即週期之大小而定之。

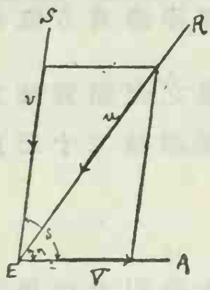
$$v=K\sqrt{\frac{2}{\gamma}-\frac{1}{a}}$$

但 K 乃Gauss 之引力常數,依單位之取法而定。若 a, γ 以天文單位表之,速度以每秒粁表之,則K乃地球軌道上之平均速度29.76。流星時 γ 常近於一天文單位,故其對於太陽之速度 v 之值,大概僅依週期而定之。

由觀測所得流星速度w, 除去地球引力之影響,得流星近地球前對於地球之速度 u。於第十五圖 E爲地球,以 V之速度進行於 EA 之方向,若流星以對太陽之速度 u 進行於 SE之方向,則自地球上視之,乃以 u 之速度進行於RE 之方向者。即V, v 及 u 三者成平行四邊形二邊與對角線之關係。

由流星觀測所得之輻射點,加以適當之修正後,其黃經黃

第十五圖




緯恰與 RE 之方向相當;由觀測所求之速度 u 與此對角線相當。E A 乃地球進行之方向,故於黃道上,比太陽約遲九十度之方向也。又地球之軌道乃橢圓形,故時或有一度以內之差異。設太陽黃經爲⊙, EA 方向之黃經爲 L, 西曆之年數爲 t, 則

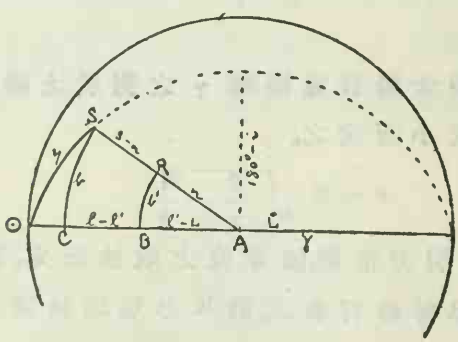
$$L = \odot - 90^\circ + 0^\circ.96\sin\left\{\odot - 101^\circ.73 + 0^\circ.017\,(t-1930)\right\}$$

而地球之速度爲

$$V = K\sqrt{\frac{2}{R} - 1}$$

但 R 乃該時太陽地球間之距離,可由航海通書求之。

第　十　六　圖




第十六圖乃用投影法,以圓之中心爲 E A 之方向。以 E R 方向之黃經 l' 黃緯 b' 定 R 點,則弧 AR 等於第十五圖之 n 角。延長 AR, 取 S 點,令弧 AS 與第十五圖之 S 角相等,則 S 乃第十五圖 E S 之方向,卽由流星對於太陽之進行方向,得知其黃經 l 及黃緯 b。

實際計算流星時,因觀測所求之速度甚爲不確,故若不知其流星或流星羣之週期,普通常假定其爲在太陽周圍之拋物

線軌道以計算之。若爲拋物線軌道則

$$v = K\sqrt{\frac{2}{K}}$$

若知是時太陽地球間之距離R,得知流星對於太陽之速度焉。於第十五圖之平行四邊形,知 V, v, n 三量,而 s 角卽 ES 之方向,亦得判明焉。又如獅子座流星羣或仙女座流星羣等,知其與彗星之關係,可用相當於彗星週期之半長軸 a 以計算速度 v 而求 s 角。求 s 角時不用圖法而用下式亦可。

$$\frac{V}{\sin(s-n)} = \frac{v}{\sin n} = \frac{u}{\sin s}$$

於第十六圖若知 S 點之黃經 l, 黃緯 b, 則軌道要素亦得決定焉。流星出現時,乃橫切黃道面,故昇交點黃經 Ω 或等於太陽之黃經或相差一百八十度。卽

$$\text{輻射點在黃道}\begin{cases}\text{北} & \Omega = \odot \\ \text{南} & \Omega = 180^\circ + \odot\end{cases}$$

連結第十六圖之 S 與 $\odot$,以大圓延長之,由 A 引黃道面之垂線則其長等於軌道面傾斜之補角,卽 $180^\circ - i$。或於投影圖上測 $S\odot A$ 角,其補角卽軌道面傾斜也。是圖之例,乃軌道面傾斜在九十度以上,故爲逆行。天球上 S 乃流星進行之方向,$\odot$ 乃由地球所視之方向,其間之角度 $S\odot = \eta$。今用 $\eta$ 以求其餘之要素。

A. 拋物線:

$$\left.\begin{aligned}\pi &= \odot + 2\eta \\ q &= R\sin^2\eta\end{aligned}\right\}$$

R 乃地球太陽間之距離以天文單位表之。

B. 橢圓[(5)]:

$$\frac{v}{K} = \sqrt{\frac{2}{R} - \frac{1}{a}}$$

$$\cos\Phi = \frac{R\cos b \sin(l-⊙)}{\sqrt{a}\cos i}\cdot\frac{v}{K} = \pm\frac{R\sin b}{\sqrt{a}\sin i}\cdot\frac{v}{K}$$

（但 b > o 則取 +，b < o 則取 −）

$$e = \sin\Phi$$

$$p = a\cos^2\Phi = a(1-e^2)$$

$$q = a(1-e)$$

$$\pi = 180^\circ + ⊙ - \theta$$

但 $\begin{cases}\sin\theta = \dfrac{p}{eR}\cot\eta \\ \cos\theta = \dfrac{1}{e}\left(\dfrac{p}{R}-1\right)\end{cases}$

**C. 雙曲線:**

$$A = 1 \Big/ \left(\frac{v^2}{K^2} - \frac{2}{R}\right)$$

$$\sqrt{p} = \pm\frac{R\sin b}{\sin i}\cdot\frac{v}{K}$$

（但 b > o 則取 +，b < o 則取 −）

$$e = \sqrt{1+p/a}$$

$$q = a(e-1)$$

$$\pi = 180^\circ + ⊙ - \theta$$

$$\tan\frac{1}{2}F = \sqrt{\frac{e-1}{e+1}}\tan\frac{1}{2}\theta$$

$$\frac{K}{\sqrt{a^3}}(t-T) = e\tan F - \log_e\tan\left(\frac{1}{2}F + 45^\circ\right)$$

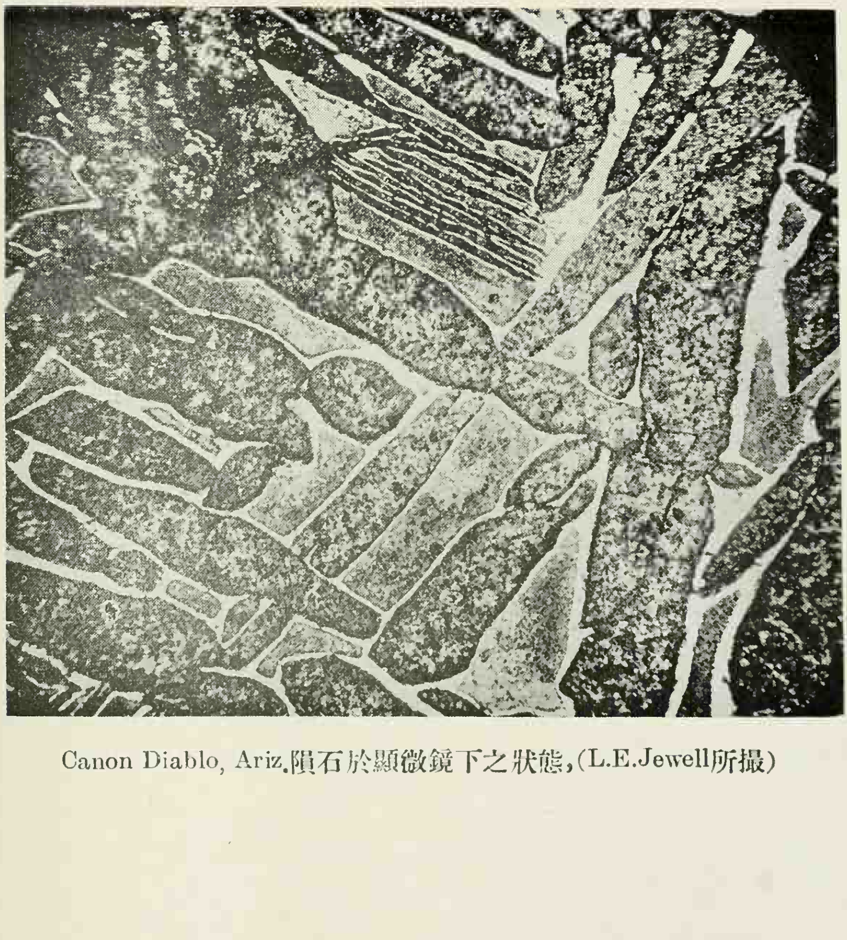
(1) The Heavens, No. 89

(2) Olivier's Meteors, P. 168

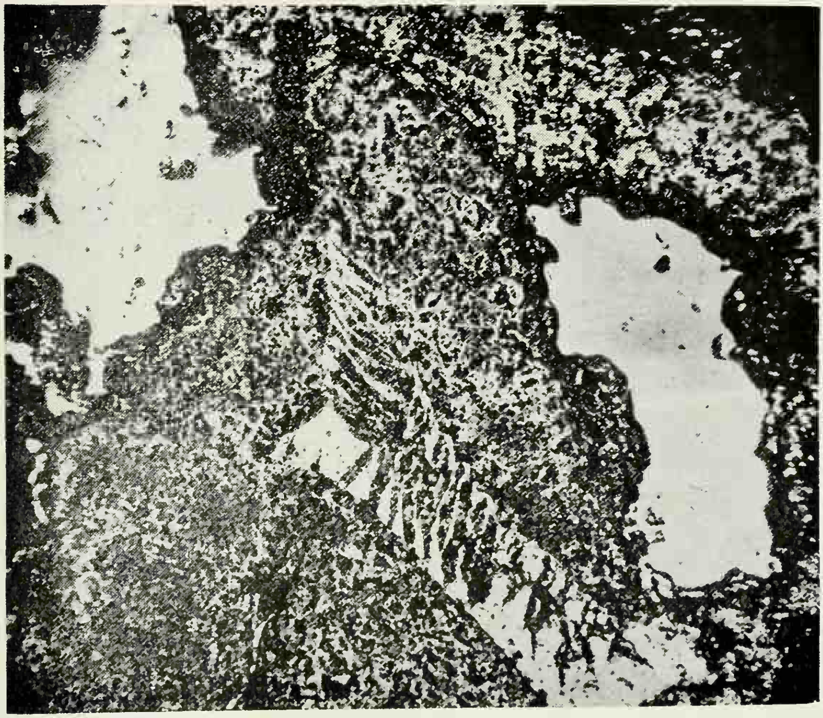
(3) Olivier's Meteors, P. 169

(4) Olivier's Meteors, P. 169

(5) Olivier's Meteors, P. 178

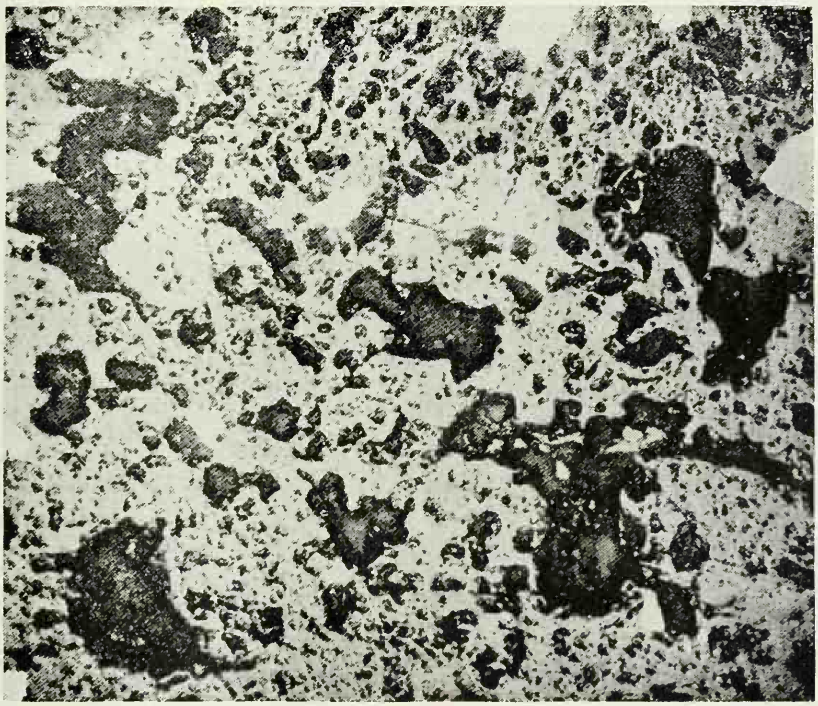


Canon Diablo, Ariz.隕石於顯微鏡下之狀態,(L.E.Jewell所撮)

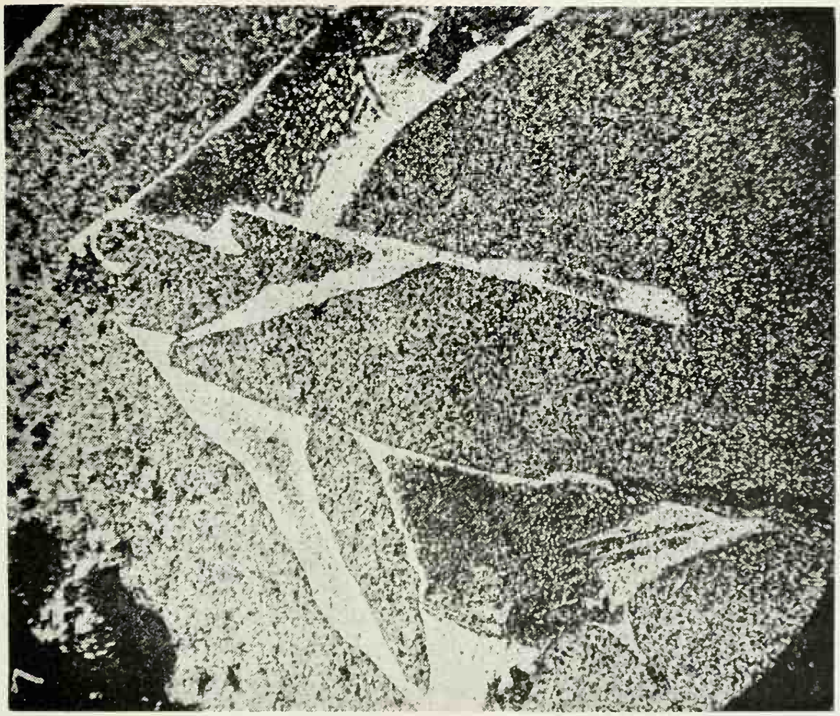


Carleton, Texas, 隕石於顯微鏡下之狀態 (L.E. Jewell 所攝)





Four Corners, N. M., 隕石於顯微鏡下之狀態 (L. E. Jewell 所攝)



Llano del Escado, Texas,隕石於顯微鏡下之狀態 (L. E. Jewell 所攝)

## V 流星觀測法

21. 觀測之分類 :— 流星之觀測,有關於天文學方面者,有關於氣象學乃至地球物理學方面者。前者以流星羣之觀測爲主,後者則重於物理的性質之觀測。流星羣之觀測以輻射點之決定——地球對於太陽位置之更動所生輻射點之變化——及流星飛行之實速度爲最重要。由地球之運動,得知流星對於太陽之運動,遂能計算流星羣之軌道。當流星羣出現之際,觀測多數流星之徑路,得求其輻射點。依同時觀測得知發光點及消滅點距地上之高,與流星徑路之長度。若有繼續觀測之時間,得知其實速度焉。

流星觀測之目的,除供流星軌道及其他諸性質之研究外,亦可供彗星之研究,更進可爲星辰進化論之一材料。依觀測之目的及狀況得分爲五類:

A. 僅求已知流星羣之出現數目。

B. 確定已知或豫想流星羣出現之有無,多寡及其輻射點。

C. 期新流星羣之發見。

D. 依同時觀測,以求流星之高度,速度及軌道等。

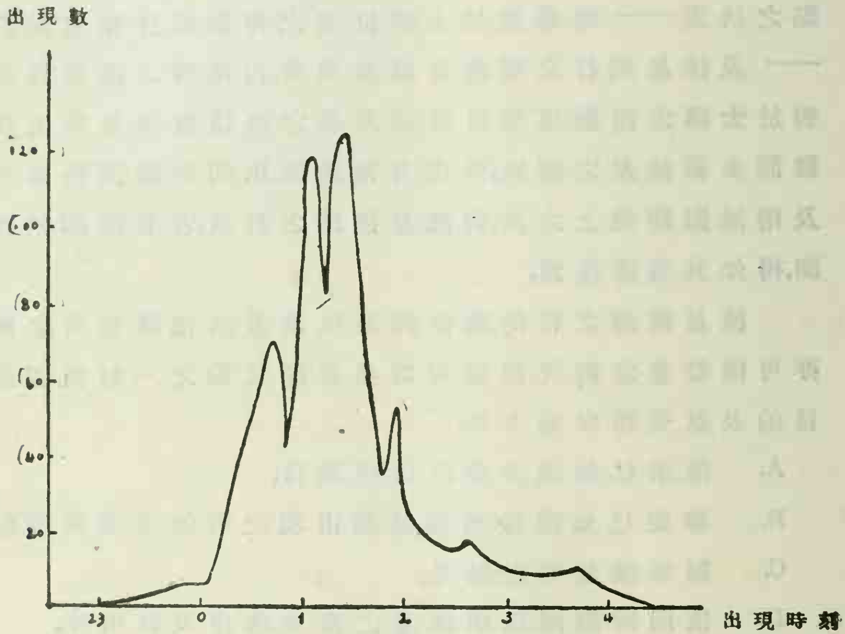
E. 觀測晝間火球或隕石之落下。

22. 觀測法 :— 如獅子座流星羣及仙女座流星羣之特殊出現時,吾人得計算其數目,乃屬於(A)類者。一分間飛出於四方者約數十乃至數百。斯時之觀測,或求其徑路於星圖上,以定其輻射點;或由停止流星中,以其他方法求其輻射點;得知每一分或五分間出現之數目。或豫想輻射點於空中之位置,以算其羣之數目。此後獅子座流星羣之大出現當在1932—35年。

此類觀測之時間以長久爲佳。能有十數人以上之觀測者,共同分配時間及空間之範圍,集合多數之結果,更爲良善。此類

觀測僅係計算其數目,全無經驗之人亦能行之。觀測後以出現數爲縱軸,時間爲橫軸,以圖表之。第十七圖乃1866年11月13—14日獅子座流星雨出現時,格林維基天文臺所計之出現數。

第十七圖




(B), (C), (D),三類之觀測事項大概相同;其應觀測之事項約有八項。玆分述於下。

a. 經路及精確度 (Track and Weight) —— 經路之記錄乃定輻射點最重大之工作,宜加以特別之注意。出現稀少之流星羣,固爲例外,至於距輻射點遙遠者除確認爲正確外,以不記錄爲妥;可僅記其距輻射點三十度乃至四十度以內者。其方法乃決定出現點與消滅點於某某星之間,求二點於星圖上,以矢示其方向,更附以號數。如 (B), (C) 乃以求輻射點爲直接目的者,方向之正確比出沒之位置,更爲重要。出沒位置之記錄,宜先定消滅點,然後再記其方位,方可減少誤差。然其速度緩慢及光

度顯著者誤差較少,不妨直接連結出沒兩點。其彎曲者亦然。同時觀測卽(D)則重於出沒位置之正確記錄。然距輻射點遙遠者,方向之正確非如(B),(C)之直接的。經路記錄後不可忘却精確度之記錄。用流星以定輻射點與否,皆由此精確度以決之。其標準採用十點法,或分爲五級,卽最良(五點),良(四點),中(三點),劣(二點),最劣(一點)是也。最良云者乃認爲全無誤差者。良者乃於方向殆無誤差。距注意點(肉眼方向)三十度者難得四點以上。二點及一點等可不記錄。然兼以決定輻射點,欲知出現數之多寡如(A)者,記入經路之外,更當計其屬於某羣之數目(宜記時刻)。又停止流星,卽飛入視線之方向視如出沒於一點之流星者極少。此點僅表一輻射點,甚爲重要,宜愼重定其位置。他如火球等分裂,以及如天鵝座 θ 之流星羣有爆發性之流星等,宜記其分裂點及爆發點於經路。至於出現位置之讀法,普通亦有用角度者。依同時觀測而計算時,此法甚爲便利。

b. 出現時刻(Time)——同時觀測時宜先記入時刻,然(B),(C)時可於全部記錄完畢後記之。若差約一分無甚妨碍。

c. 繼續時間(Duration)——通常僅能觀測至一秒之$\frac{1}{10}$。用競走所用之記秒時計(Stop Watch)亦是一法。或單用口讀法亦可。卽平常練習口讀「一,二,三,……」,或「a, b, c, ……」一秒讀一字,觀測時由出現瞬間,讀至消滅止,得知其時刻。通常約由 0.1 秒至 1 秒止;一秒以上者甚少。火球等之遲慢者有至 10 秒以上,則用記秒時計可也。如能正確測定至$\frac{1}{100}$秒,則對於流星速度之研究大有裨益。惜今日無此良法焉。

d. 光度(Magnitude)—— 流星之光度乃與恆星相比較;但因其拖尾而動,故屢有一級之差。若熟練之後,則其誤差乃爲系統的。大光度時無比較之法,只能謂爲「月之半分」或「約金星之何倍」等等,謂爲負幾等亦可,然此屢有二三級之誤差。又

如火球等有由出現至消滅止非示同一光度者,此時可分爲始,中,末三段記之,即如 $2 \to 0 \to 1$ 是也。

e. 速度(Velocity) —— 此乃所視流星之緩急,無一定之標準。然爲分別出現之流星屬於何種流星羣起見,不得不定之。使用略號爲 VR (甚速, Very Rapid), R (速, Rapid), rR (稍速, Rather Rapid), M (中, Moderate), rS (稍緩, Rather Slow), S (緩, Slow), vS (甚緩 Very Slow) 七級。此外尙有 VVR, VVS 等符號,乃表其特別速緩者。又出現時與消滅時之速度亦有差異。若精熟練習,得由此關係知流星距輻射點之遠近。

f. 色(Colour) —— 統計屬於某流星羣之流星之色,得知其有系統的關係。故色之記錄亦甚重要。然淺淡流星之色,多有錯誤,故除確定外,以不記錄爲妥。且此種之個人差甚大;例如同一流星,甲視之爲赤,乙視之爲黃者,乃常有之事。此乃觀測者各成其系統,不必慮及之。其所用之符號爲 W (白 White), B (青 Blue), R (赤 Red), y (黃 yellow) 及混色 WB, WR, YB, RY 等等。又出現時與消滅時之色復有差異,故有記如 $W \to Y$, 或 $Y \to R$ 等符號。

g. 經路之曲直 (Curvature) —— 流星之經路未必皆爲直線。其爲曲線時當記於星圖上。如爆發或分裂亦當記入之。

h. 痕 (Train) —— 流星之有痕跡者亦當記錄之,並須記其持續之時間。其法亦用口讀法或脈搏法。他如火球之著者常發巨音,測定音響所達之時間得知其實距離。

晝間火球或隕石落下之觀測,極其困難。宜集多數觀測者所得之結果以研究之,方得減少其誤差。要之,若知出沒之方位角及高度與其時刻,則由二人以上之觀測得求其軌道。於附近地方描出山林等影像,精確記其出沒位置。後以經緯儀等測其方位角及高度,再由出現日時,得計算出沒之天球上位置,遂能達到目的。音響及爆發分裂等之觀測方法,與前相同。

23. 觀測用表及星圖：— —流星應觀測之事項,前已述之,然連續觀測數時間時,尙須記錄其他事項,並須有表以便觀測。又須有特製星圖以便決定輻射點。其用表如下,星圖則附諸篇末。

流星觀測用表　(No.　　)　年　　月　　日　觀測者

| | | |
|---|---|---|
| 始測時刻　　時　　分 | | 觀測地經度 |
| 終測時刻 | 觀測方向 | 觀測地緯度 |
| 觀測時數 | 觀測總數 | 天氣概報 |
| 時計號數 | 每時平均數 | 平均雲量 |
| 指時差 | | 月齡 |

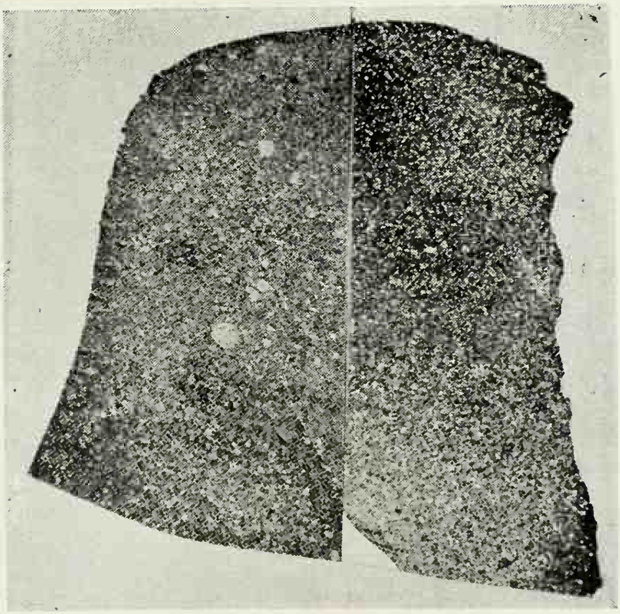
| 次序 | 時刻 | 確度 | 繼續時間 | 光度 | 速度 | 色 | 痕 | 出現點 | | 消滅點 | | 流星羣 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | α | δ | α | δ | | |
| | 時分 | | 秒 | | | | | ° | ° | ° | ° | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | |

## VI. 觀測結果之統計

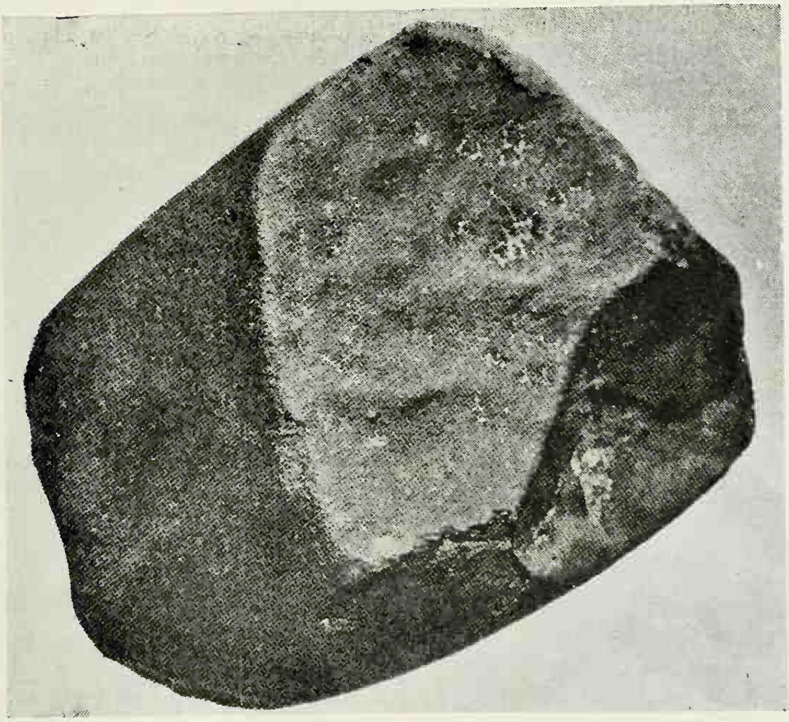
24. 1929 年觀測結果之統計:— 流星觀測之方法,已如前述,此種觀測以集合多數觀測者之結果,爲一統計,方能得正確之輻射點。茲將 1929 年每月觀測零等以上之流星叢列於後,以資參考。

第三十表 (A) 1929 年觀測結果 (1—3 月)

| 日期 | | 時刻 | | 確度 | 繼續時間 | 光度 | 速度 | 色 | 痕 | 出現點 | | 消滅點 | | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | α | δ | α | δ | |
| 月 | 日 | 時 | 分 | | 秒 | | | | | ° | ° | ° | ° | |
| 1 | 18 | 22 | 51 | 中 | 1.4 | 金×3 | R | BW→RW | | 123 | +12 | 115 | −17 | 火球.出現後三分音響如雷 |
| 2 | 17 | 2 | 14 | 良 | 0.2 | 0 | — | BW | | 229.5 | +23 | 229.5 | +23 | 停止流星 |
| | 17 | 3 | 58 | 最劣 | 0.3 | 0 | VR | R | | 246 | +7.5 | 261 | −2.5 | |
| | 17 | 4 | 47 | 良 | 0.5 | −1 | VR | — | 痕 | 224 | +42 | 201 | +49 | |
| | 17 | 2 | 20 | 最良 | 0.3 | 0 | rR | W | 痕,0.3秒 | 200 | +0.5 | 190 | −7 | |
| 3 | 9 | 4 | 2 | 良 | 0.3 | 0 | VR | W | 痕,2 | 256 | +27 | 272 | +40 | |
| | 9 | 4 | 37 | 良 | 2.5< | −2 | VS | RY | | 215 | −20 | 237 | −29.5 | |
| | 9 | 4 | 42 | 最良 | 0.6 | 0 | R→VR | WB | 痕,1.5 | 262 | +13 | 264 | +25 | σ Ophinchu s羣 |
| | 18 | 2 | 49 | 良 | 1.2 | 0 | M | BW→R→RY | 痕,0.8 | 307 | +83 | 338 | +75 | |



1921 年 4 月 1 日 Virginia 之隕石



1921 年 4 月 1 日 Virginia 之隕石

## 第三十表 (B)　1929 年觀測結果 (4—5月)

| 日期 | | 時刻 | | 確度 | 繼續時間 | 光度 | 速度 | 色 | 痕 | 出現點 | | 消滅點 | | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | α | δ | α | δ | |
| 月 | 日 | 時 | 分 | | 秒 | | | | | ° | ° | ° | ° | |
| 4 | 2 | 22 | 13 | — | — | 金×3 | — | BW | | 125 | +20 | 85 | +18 | 於μGem.附近最光(曲) |
| | 4 | 19 | 38 | — | — | 金×3 | — | — | 痕(赤) | ? | ? | 61 | +14 | 出ψTau.方向飛出 |
| | 5 | 1 | 34 | 良 | 1.8 | −1 | S | BW | 痕(W) | 262 | +62 | 305 | +58 | |
| | 5 | 1 | 49 | 良 | 0.4 | 0 | S | BW | | 246 | +49 | 245 | +30.5 | 甚短 |
| | 8 | 3 | 5 | 中 | 0.3 | 織女×2 | M | B | 痕 | 290 | +62 | 323 | +78 | |
| | 10 | 2 | 28 | 良 | 0.5 | 0 | S | R | 痕 | 257 | +33 | 252 | +31 | |
| | 10 | 3 | 15 | 最良 | 0.8 | 織女 | M | B | | 231 | +72 | 233 | +78 | 曲 |
| | 11 | 3 | 35 | 良 | 1.0 | 0 | rS | BW | 痕 秒 | 264 | +20.5 | 240 | +27 | ξ Bootid |
| | 12 | 4 | 23 | 良 | 0.8 | 1×1.5 | R | BR | 痕 0.4 | 286.5 | +27.5 | 292 | +47 | |
| | 12 | 4 | 39 | 中 | 0.7 | 1×1.5 | rR | BW | | 325 | +39 | 336 | +43 | |
| | 12 | 4 | 43 | 中 | 0.6 | 1×1.5 | VR | BW | | 331.5 | +50.5 | 347 | +55 | |
| | 14 | 1 | 6 | 最良 | 0.3 | 0 | VR | W | | 242 | −14 | 241 | −19 | |
| | 15 | 1 | 35 | 良 | 0.2 | 0 | rR | B | | 256 | +17 | 265 | +13 | |
| | 15 | 23 | 46 | 最良 | 0.6 | −1 | rR | BW | | 218 | −16 | 223 | −15 | 小火球，中輝，尖稍曲 |
| | 17 | 3 | 41 | 良 | 1.4 | 1×1.5 | S | W—BW | | 192 | +74 | 107 | +73 | |
| | 21 | 1 | 28 | 良 | 1.0 | 0 | VS | R | | 307.5 | +54 | 321 | +51 | |
| | 21 | 23 | 34 | 最良 | 0.6 | −2 | rR | W | | 267 | +20 | 264.5 | +12 | |
| | 22 | 0 | 14 | 最良 | 0.4 | 0 | rR | rW | | 278 | +41 | 279 | +43 | 小火球， |
| | 22 | 0 | 46 | 最良 | 0.4 | 0 | R | rW | | 254 | +16 | 248 | + 9 | |
| 5 | 1 | 20 | 10 | — | 3.0 | 金星數倍 | — | B→R | 秒 | 108 | +36 | 87 | +29 | 於消滅點爆發散火粉，尖曲 |
| | 5 | 3 | 6 | 最良 | 1.0 | −3 | rR | BW | 痕 1 | 307 | −13 | 292 | −13 | |
| | 12 | 0 | 37 | 良 | 0.6 | 0 | rR | BW | | 278.5 | +24 | 285.5 | +33 | |
| | 12 | 0 | 58 | 最良 | 0.4 | 0 | rR | W | | 268.5 | −12 | 275 | −9.5 | |
| | 14 | 19 | 43 | — | — | −4 | rS | YR | | 195 | −34 | 207 | −47 | |
| | 20 | 3 | 6 | 良 | 0.8 | −1.8 | S | RW→wY | 痕 2.5 | 329 | +25 | 322 | + 9 | 如蛇行，於地平線消滅 |

## 第三十表 (C) 1929年觀測結果 (6—7月)

| 日期 | | 時刻 | | 確度 | 繼續時間 | 光度 | 速度 | 色 | 痕 | 出現點 | | 消滅點 | | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | α | δ | α | δ | |
| 月 | 日 | 時 | 分 | | 秒 | | | | | ° | ° | ° | ° | |
| 6 | 2 | 0 | 10 | 最良 | 1.2 | −2 | rR | W→YW | 痕 | 320.5 | +26.5 | 322.5 | +15 | |
| | 4 | 0 | 31 | 良 | 1.2 | −1.2 | VS | BW | | 226 | +28 | 226 | +46.5 | Ophiuchus群 |
| | 8 | 1 | 48 | 最良 | 1.0 | 織女 | rS | BW | 痕 | 334 | +28 | 342 | +33 | |
| | 9 | 2 | 13 | 劣 | 0.3 | −1 | R | RY | 痕 | 345 | +13 | a48 | +11.5 | α Pegasus群 |
| | 10 | 2 | 51 | 良 | 0.3 | 0.5→−1 | rR | Y→YR | 痕 | 18 | +33.5 | 32 | +48 | |
| | 10 | 3 | 19 | 良 | 0.5 | 0 | R | W | 秒 痕2. | 335.5 | −10 | 334 | −17 | αPegasus群 |
| | 17 | 1 | 39 | 中 | 3.0 | −2 | VS | R | | 264 | +44 | 305 | +44.5 | |
| | 17 | 2 | 35 | 中 | 0.5 | 0 | R | W | | 298 | +40 | 287 | +40 | Pegasus群 |
| | 17 | 3 | 23 | 良 | 0.4 | −2 | VR | Y | 痕 | 340 | +35 | 332 | +45 | Pegasus群 |
| | 18 | 20 | 28 | 良 | 1.8 | −2 | VS | BW→R | 痕2. | 266 | +46.5 | 275 | +38 | |
| | 18 | 22 | 42 | — | 3.0 | −5 | VS | B | 痕0.3 | 172 | +87 | 952 | +632 | 邊爲Y色，痕爲RY色 |
| 7 | 7 | 2 | 8 | 中 | — | 織女 | M | — | | 287 | +26 | 288 | +20 | |
| | 11 | 22 | 39 | 最劣 | 0.5 | −1 | R | Y | | 288 | +47 | 269 | +48 | |
| | 11 | 22 | 48 | 中 | 0.5 | 0 | VR | W | 痕 | 335 | +58 | 308 | +74 | Perseid? |
| | 12 | 22 | 28 | 中 | 1.2 | 0 | M | Y | | 252 | +73 | 202 | +75 | |
| | 13 | 21 | 17 | 中 | 0.6 | 織女×2 | — | W | | 258 | +33 | 255 | +27 | |
| | 14 | 1 | 19 | 良 | 0.1 | 織女×3 | VR | BW | | 313 | +42 | 297 | +43 | |
| | 14 | 1 | 20 | 劣 | 0.2 | 織女×2 | R | W | | 270 | +32 | 265 | +29 | |
| | 17 | 3 | 27 | 良 | 0.2 | 0 | M | Y | | 20 | +57.5 | 31 | +33 | |
| | 17 | 3 | 34 | 良 | 0.8 | 0 | R | WB | 秒 痕1 | 11.5 | +33 | 34 | +29 | |
| | 19 | 3 | 8 | 中 | 0.3 | −1.2 | VR | BW | | 308 | +57 | 344 | +63 | |
| | 19 | 3 | 31 | 良 | 1.2 | −1 | rR | WY | 痕 | 2 | +28 | 338 | +17 | |
| | 19 | 23 | 55 | 最良 | 0.3 | 0 | R | BW | | 333.5 | +15 | 336 | +9 | |

## 第三十表(D)　1929年觀測結果(8—10月)

| 日期 | | 時刻 | | 確度 | 繼續時間 | 光度 | 速度 | 色 | 痕 | 出現點 | | 消滅點 | | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | α | δ | α | δ | |
| 月 | 日 | 時 | 分 | | 秒 | | | | 秒 | ° | ° | ° | ° | |
| 8 | 4 | 3 | 47 | 良 | 0.5 | −3.5 | VR | BW/YR | 痕 1.2 | 78 | +16 | 79 | −22.5 | |
| | 7 | 21 | 34 | 良 | 2.2 | −4 | S | RY | 痕 1.5 | 319 | −32 | 287.5 | −32 | |
| | 7 | 21 | 34 | 最良 | 2.0 | 織女×5 | rS→M | YW | 痕 | 310 | −10 | 290 | −24 | |
| | 7 | 21 | 44 | 良 | 2.4 | −3 | S | W | 痕 1.2 | 336.5 | −27 | 307 | −27 | |
| | 7 | 21 | 45 | 中 | 3.2 | −4 | S | W | 痕 2.0 | 305 | +57 | 56 | +57.5 | |
| | 7 | 22 | 7 | 良 | 2.2 | −3 | S | B(W) | 痕 1.2 | 355 | +60 | 292 | +33 | |
| | 8 | 3 | 11 | 中 | 2.5 | −2 | S | R | 痕 | 14 | −2.5 | 25 | −1 | |
| | 8 | 20 | 50 | 最良 | 4.0 | 金×2 | rR | BW YW→ | 痕 1.5 | 355 | +60 | 316 | +24 | |
| | 9 | 2 | 3 | 最良 | 0.4 | 木 | M | B | — | 29 | +31 | 47 | +25 | |
| | 10 | 23 | 40 | | 1.0 | −2.0 | rR | y | 痕 0.6 | 334 | +33 | 302 | +14 | |
| | 12 | 0 | 19 | 最良 | 0.5 | −2.0 | VS | W | | 343 | −25 | 0 | −40 | |
| | 29 | 20 | 51 | 中 | 4.0 | −3.5 | M | WB | 痕 2.0 | 250 | +85 | 280 | −10 | 痕頗長 |
| | 29 | 21 | 5 | 良 | 1.0 | −3.0 | VS | RY | 痕 | 294 | +36 | 312 | +33.5 | |
| 9 | 1 | 23 | 28 | 中 | 3 | 月×3 | M | B | 痕 | 222 | +29 | 275 | +44 | 痕爲赤色 |
| | 10 | 20 | 55 | | | 織女 | S | W | | 30 | +53 | 45 | +58 | |
| | 11 | 3 | 29 | 最良 | 0.1 | 4→2→月 | VVR | | 痕 60 | 90 | +5 | 99 | −5 | |
| | 11 | 3 | 35 | 最良 | 0.3 | 1→木 | M | B | 痕 | 140 | +17 | 101 | +4 | |
| | 11 | 3 | 40 | 最良 | 0.4 | 0 | rS | B | 痕 | 87.5 | +20 | 92 | +28 | |
| | 13 | 22 | 50 | 最良 | 0.3 | 0 | R | BW | | 18 | +26 | 23.5 | +26 | |
| | 15 | 2 | 28 | | 2.0 | 2→金 | | | | 26 | +40 | 48 | +53.5 | 出現點不確 |
| | 28 | 1 | 30 | 最良 | 0.2 | 0 | VR | W | | 58 | +4 | 48 | −8 | |
| 10 | 5 | 19 | 6 | 良 | 6 | −5? | VS | Y→WR | 痕 | 262.5 | −23.5 | 237.5 | −5 | 爆裂 |
| | 15 | 4 | 42 | 中 | 0.2 | −4.5 | R | YR | 痕 4 | 169 | +33 | 172 | +34 | |
| | 27 | 2 | 15 | 劣 | 0.8 | −2 | M | BW | | 76 | −16 | 72 | −22 | Taurid? |
| | 30 | 1 | 47 | 中 | 0.3 | Tup. | rR | R | 痕 | 58.5 | +26 | 33 | +23 | |

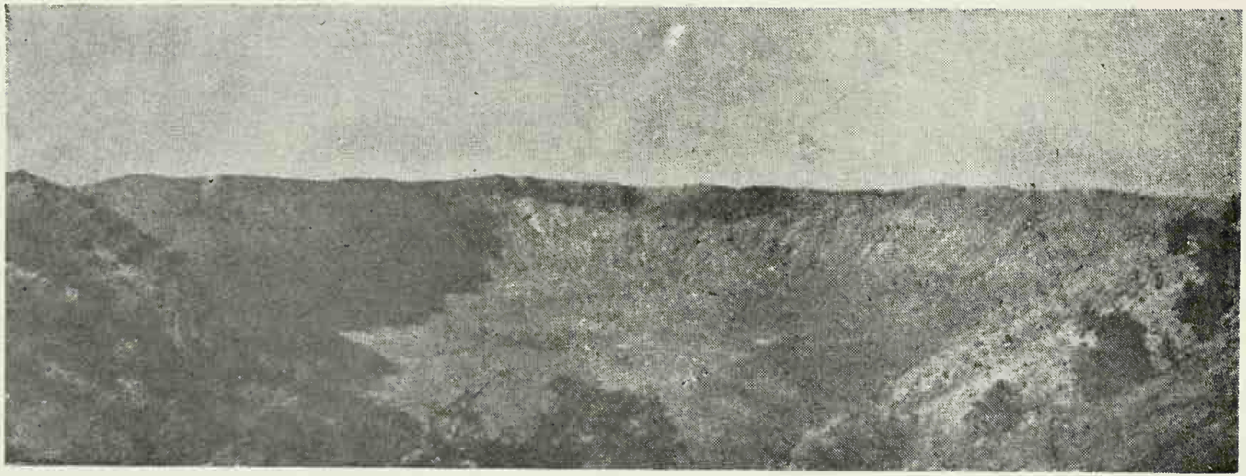
## 第三十表(E)　1929年觀測結果(11—12月)

| 日期 | | 時刻 | | 確度 | 繼續時間 | 光度 | 速度 | 色 | 痕 | 出現點 | | 消滅點 | | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | α | δ | α | δ | |
| 月 | 日 | 時 | 分 | | 秒 | | | | 秒 | ° | ° | ° | ° | |
| 11 | 3 | 1 | 14 | 良 | 0.5 | 0 | R | W | 痕 0.4 | 102 | +40 | 90 | +51 | |
| | 3 | 1 | 57 | 良 | 0.6 | −2 | R | W | 痕 | 77 | −16 | 61 | −25 | |
| | 3 | 3 | 49 | 中 | 0.2 | −2 | M | B | | 160.5 | −16 | 156.5 | −16 | |
| | 3 | 4 | 29 | 劣 | 0.2 | −1 | VR | B | 痕 1.2 | 167.5 | 0 | 171 | +4 | |
| | 4 | 18 | 29 | 中 | 1.8 | −1 | rR | BW | | 23 | +77.5 | 246 | +73 | |
| | 10 | 4 | 48 | 良 | 1.0 | −1 | rR | WY | 痕 | 183 | +49 | 209 | +57.5 | Leonids |
| | 14 | 3 | 7 | 良 | 0.5 | −1.6 | M | WB | | 111 | −12 | 125 | −20 | |
| | 14 | 4 | 41 | 良 | 0.6 | 0 | B | | | 150 | −7 | 152 | −18 | Lenoids, |
| | 17 | 5 | 16 | 最良 | 2.0 | →−5 | VS | BW | 痕 38 | 185 | +14 | 199 | −1 | 蛇行 |
| | 26 | 19 | 20 | 良 | 0.8 | 木 | R | R | | 6.5 | +52 | 358.5 | +32.5 | |
| | 26 | 20 | 16 | 良 | 0.5 | 0 | R | B | | 34 | +57 | 20 | +32.5 | |
| 12 | 1 | 2 | 21 | 最良 | 0.6 | −1 | VR | BW | | 134 | +13 | 142 | +11 | |
| | 1 | 2 | 44 | 最良 | 0.2 | 0 | VVR | RW | 痕 1·5 | 163 | +17 | 164 | +21 | } 同一流星? |
| | 1 | 2 | 43 | 良 | 0.5 | 0 | VR | | 痕 | 132 | +47 | 126 | +69 | } |
| | 1 | 19 | 50 | 中 | 0.5 | −1 | M | R | | 80 | +50 | 88 | +63 | |
| | 3 | 2 | 16 | 良 | 0.3 | −2 | R | BW | 痕 | 160 | +10.5 | 166.5 | +8 | |
| | 3 | 3 | 4 | 劣 | 0.3 | −1.5 | VR | W | | 164 | −17.5 | 170 | −16 | |
| | 3 | 3 | 39 | 中 | 0.3 | −1.5 | R | BW | 痕 | 182 | −20 | 186 | −22 | |
| | 3 | 5 | 9 | 良 | 1.2 | 1→−3 | M→R | WB→Y | 痕 | 216 | +37 | 240 | +37 | 爆裂 |
| | 6 | 18 | 43 | 中 | 0.9 | →1 | S | R | | 58 | +50 | 88 | +63 | |
| | 11 | 19 | 14 | 中 | 1.0 | −3 | M | O | | 140 | −61 | 123 | +43 | |
| | 11 | 22 | 39 | 良 | 2.6 | −4 | VS | Ry | 痕 | 114 | +20 | 104 | −12 | |
| | 13 | 33 | 10 | 最良 | 1.5 | 0→−4→0 | rS | BW | 痕 0.6 | 87.5 | +2.5 | 81 | −7 | Geminids 火粉 |
| | 13 | 23 | 43 | 最良 | 0.8 | −1 | S | BW | | 136 | +35.5 | 143 | +36.5 | Geminids |

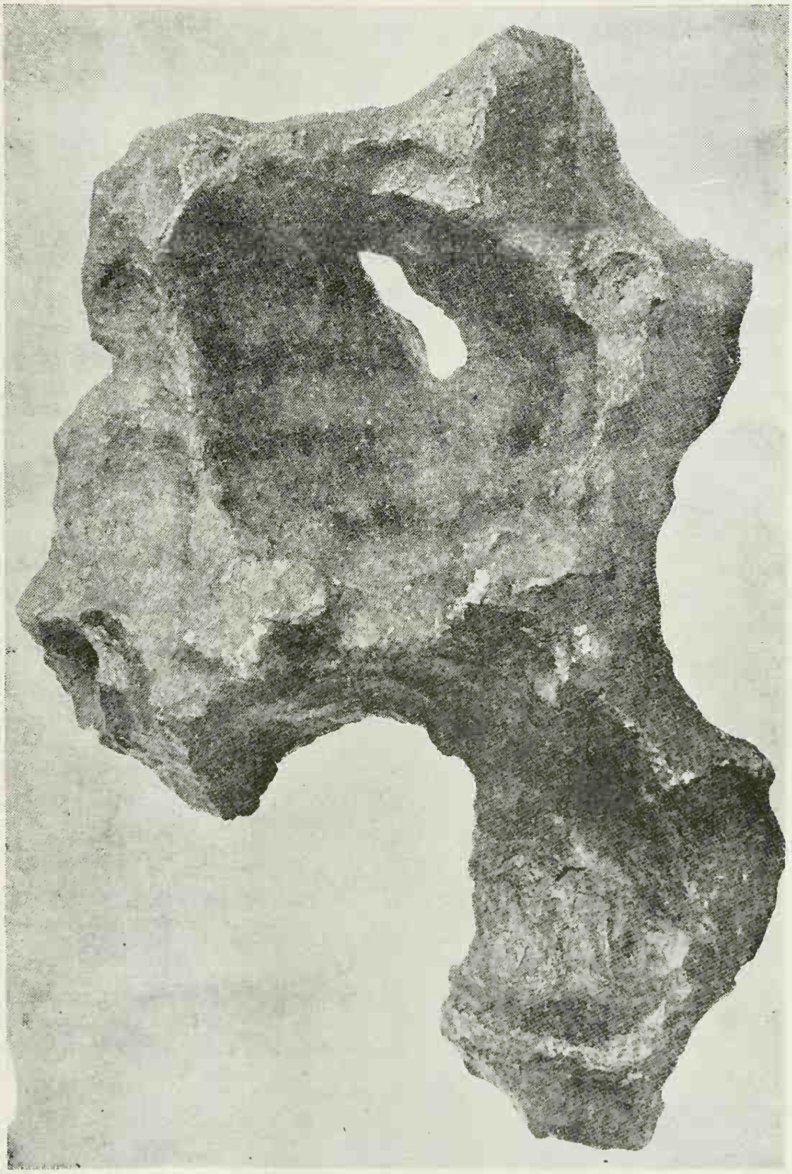


美國 Arizona 隕石孔之外觀

(G. K. Gilbert 所攝)



美國 Arizona 隕石孔



Coon Butte, Arizona 之隕鐵

(現存於 National Museum, Washington D.C.)

## VII. 隕星

25. 隕星之起原[1]：— 隕星乃吾人得接觸之唯一天體。今日全世界已發見者僅七八百個。其向地球飛落時,速度各異,有達每秒70粁者。然於空中逐漸消失,將達地面之頃,每秒約僅數百米。其於宇宙空間之軌道,則甚難知。其數既少,自難一般論之。然就若干隕石研究之結果,知其爲橢圓軌道,大如木星族之週期彗星者。由此觀之,隕星達於地面者,乃某特別流星之一種,或不能視爲流星全部之代表者。

吾人皆信隕星與流星有不可離之關係者。然隕星四季之分布,與流星及火球根本上彼此不同。後者則後半年約爲前半年之二倍,而前者則前半年較多焉。一切隕星多爲火球,卽少數火球變爲隕星是也。要之,火球乃隕星與流星之界線,飛躍之速者爲流星,慢者爲隕星。隕星復依其成分,分爲隕鐵隕石二種。

隕星之起原,有謂爲太陽者。卽某時代太陽活動度約以彗星速度而放出此等物質者,此難認爲直接之起源。有求其起點於地球或太陰之火山者,更爲不可能之事。有謂隕星及彗星之起源,乃他一恆星接近我太陽系所生行星之破壞者。隕鐵與彗星之有密切關係,自無容疑。如 1885 年 11 月 27 日仙女座流星雨盛現之際,有一隕鐵落下。又如 1876 年 4 月 20 日琴座流星雨出現時亦有一隕鐵下降。此兩流星羣與週期的彗星皆有關係也。

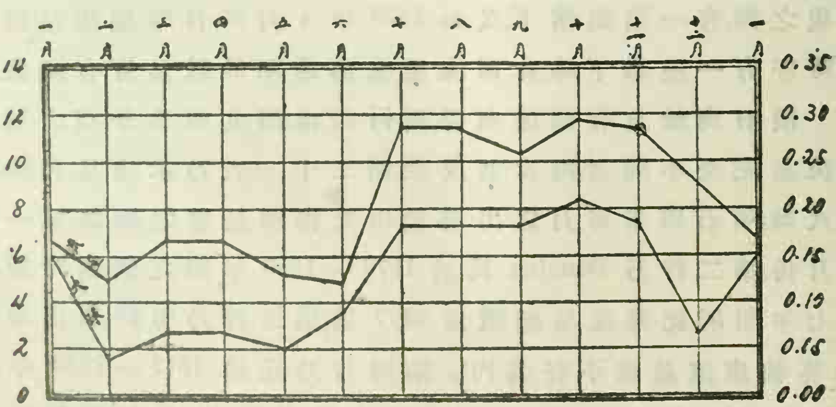
隕石與彗星有關係與否,無何證據。而其四季分布之狀態與流星完全不同者,得爲其反證。第三十一表乃示流星,火球,極鈍火球,隕石四者每月之出現數。由此得明是等之關係。第一行爲月份。第二行乃 Denning 氏於 1873 — 1889 年間之觀測時數。此十七年間所紀錄流星總數爲 9177 個。第三行乃每時間出現數。(但英仙座流星羣不在其內)。第四行乃氏於 1877 — 1889 年間目擊之 217 個火球 (以光輝大於木星者爲主)。氏無觀測時間

數，故採第二行之觀測時數，遂得第五行之數。第六行乃氏記爲極純之29個火球。第七行乃其每時間出現數。中有十個之光輝繼續時間爲一秒乃至十六秒。最後一行乃1896年英國博物館目錄所載之253個隕石。

第三十一表 流星火球隕石之分布狀態

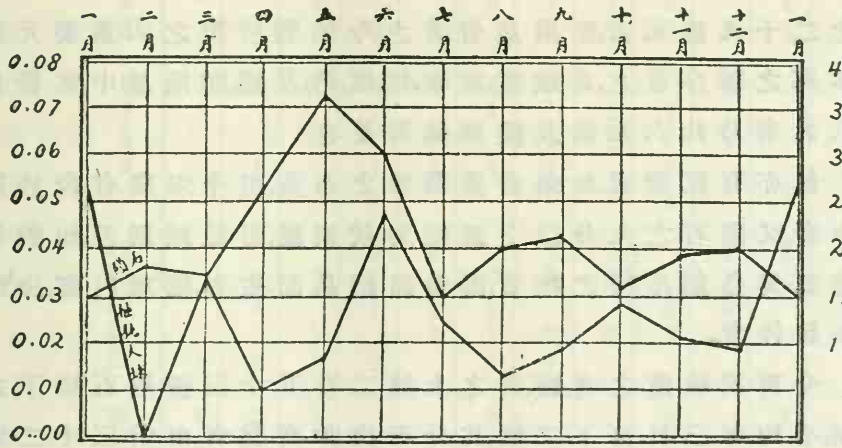
| 月份 | 觀測時數 | 流星 | 火 | 球 | 極鈍火球 | | 隕石 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 58 | 6.5 | 11 | 0.15 | 3 | 0.052 | 15 |
| 2 | 28 | 4.9 | 1 | 0.04 | 0 | 0.000 | 18 |
| 3 | 30 | 6.6 | 2 | 0.07 | 1 | 0.033 | 17 |
| 4 | 96 | 6.6 | 7 | 0.07 | 1 | 0.010 | 26 |
| 5 | 58 | 5.2 | 3 | 0.05 | 1 | 0.017 | 36 |
| 6 | 64 | 4.9 | 6 | 0.09 | 3 | 0.047 | 30 |
| 7 | 157 | 11.3 | 28 | 0.18 | 4 | 0.025 | 15 |
| 8 | 232 | 11.3 | 63 | 0.18 | 3 | 0.013 | 20 |
| 9 | 154 | 10.3 | 27 | 0.18 | 3 | 0.019 | 21 |
| 10 | 175 | 11.8 | 37 | 0.21 | 5 | 0.029 | 16 |
| 11 | 140 | 11.3 | 25 | 0·18 | 3 | 0.021 | 19 |
| 12 | 104 | 8.9 | 7 | 0.07 | 2 | 0.019 | 20 |

第十八圖



第十八及十九圖乃依第三十一表而作。前者乃示流星與火球之四季分布狀態,視之得知其相似焉。後者乃示極鈍火球及隕石之分布。後半年極鈍火球大減,此點則與隕石相似。

第十九圖




隕星非爲地球火山之產物,固無容疑。又有謂隕石乃月與地球分離時大攪亂之際所生成者。卽地球深層部受莫大之壓力,因上層之分離而解放時,必起劇烈爆發。吾人雖不能確識當時之實況,然得推思其爆發瓦斯之力,必能吹飛多數小物質使其脫出地球引力圈以外。此乃假定月球發生之時,地球被有硬皮者。

物質離地球時,其千分之一之質量,約以拋物線速度放出於空間。若係一塊,則爲直徑二百哩之球,而密度與月相同者。但實際上非僅一塊,乃多數之小月球,而直徑在二三哩以下者。此等小月球中具橢圓速度而不復歸於地球者,當時爲公轉運動於地球與月重心之周圍。普通軌道之遠心率甚大。又具雙曲線速度者脫地球之羈絆而運行於太陽之周圍,其軌道與地球之

軌道相近。

如斯小月球,皆約以拋物線速度,對地球而運動。不絕與地球及月相遇,而其軌道遂大受影響。故常往復於雙曲線及橢圓之間。且是等早晚皆與此二主體之一極接近,故遭粉碎於微塵之中。所謂隕石或隕鐵者,或有經如斯過程者歟?

隕石之地球起原說,乃以其組成元素相似爲證據,卽地球上之二十九箇元素,而隕星皆有之。今地殼所現之六重要元素,依多寡之順序言之,爲酸素,硅素,鋁,鐵,鈣,及鎂,而隕星中常發見之八元素乃此六元素及鎳與硫黃是也。

然亦有反證者。如最普通鑛物之石英,至今未聞有含於隕星中者。又隕石之九分以上爲輻射狀組織,而地球則否。如對組織得認爲急劇冷却之物質,因急速結晶而生者;地球內部,決無如斯條件者。

今再就軌道之考察言之,上述二百五十三個隕石降下之日期,平均每三日落下二個。其分布決非齊整者。由第三十二表卽得知之。是表第一行乃日序,餘乃每月各日之隕石落下數。

由此表知 5 月 20—23 日落下隕石七個,是爲最多。又以三日爲週期落下六個隕石者,如 4 月 5—7 日, 5 月 8—10, 12—14 日, 6 月 2—4, 12,—14, 16—18 日,及 10 月 12—14 日是也。

隕石若與彗星有關係,則其數在流星羣出現日期左右,當爲較多。但如琴座流星羣當時出現日期爲 4 月 20 日,而表中所載由 4 月 19—21 日僅有一個隕石。英仙座流星羣當時出現最盛日期爲 8 月 10 日;表中所載由 8 月 9—11 日共有三個隕石,雖稍超越平均數。然該流星羣最盛前十五日間僅有七個隕石焉。至於獅子座流星羣當時以 11 月 14 日爲最盛,而表中所載由 11 月 13—15 日僅有一個隕石焉。

隕星與彗星之無關係,尙有其他論據。卽就其前身之火球言之,其距離比流星近於地球,而速度則較鈍焉。火球若以流星

## 第三十二表　隕石每日落下數

| 日序 日 | 一月 | 二月 | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 | 十二月 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | | | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | | 1 |
| 2 | | 1 | | | 1 | 2 | | 1 | | | | 1 |
| 3 | 1 | 2 | | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | |
| 4 | | | 1 | | | 3 | 1 | 1 | 2 | | 1 | |
| 5 | | | | 2 | 1 | | | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 6 | | | 1 | 2 | | 1 | | | | 1 | | 1 |
| 7 | | | | 2 | | 1 | | 2 | 2 | 1 | | 1 |
| 8 | | | | | 3 | | 1 | 1 | | 1 | | |
| 9 | | 1 | | 1 | 3 | 1 | 1 | | 2 | | | 1 |
| 10 | | 3 | | 2 | | | | 1 | 1 | | 1 | 1 |
| 11 | | | | 2 | 2 | | 1 | 2 | | 1 | 1 | |
| 12 | | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | | 1 | 1 | |
| 13 | | 1 | | 1 | 2 | 2 | | | 2 | 4 | | 3 |
| 14 | | | 1 | | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | | 1 |
| 15 | 1 | 2 | 1 | 2 | | 1 | 1 | | | | | |
| 16 | 1 | 3 | 1 | | | 2 | | | 1 | | 1 | |
| 17 | | | | 1 | 3 | 2 | 1 | | 1 | | | |
| 18 | | 1 | | 1 | | 2 | | 1 | | | | |
| 19 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | | | 1 | | 2 | 1 |
| 20 | | | 1 | | 3 | | | | | | 2 | |
| 21 | | | | | 1 | | | | 1 | 1 | | 1 |
| 22 | | | 1 | | 3 | 1 | 1 | | 1 | | | 2 |
| 23 | 2 | | | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | |
| 24 | | | | 1 | 2 | | 2 | | | | 1 | 1 |
| 25 | | 1 | 2 | | | 1 | | 2 | | | 1 | 1 |
| 26 | | | 1 | 3 | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | |
| 27 | 1 | | | | 2 | | | | 1 | | 2 | 3 |
| 28 | 1 | 1 | 2 | 1 | | 3 | | | | | | |
| 29 | 1 | | | 1 | | 1 | | 2 | | | | |
| 30 | 1 | | | | 1 | | | 1 | | | 2 | |
| 31 | 2 | | 1 | | | | | 1 | | 1 | | |
| 合計 | 15 | 18 | 17 | 26 | 36 | 30 | 15 | 20 | 21 | 16 | 19 | 20 |

之速度達於地球,則初見之時,其飛亦速。然實際上飛行中速度無大變化。卽元來之速度甚鈍,而鈍速度不變者乃遠日點距離甚小之表示,卽遠日點距地球軌道不甚遠也。而彗星中至今尙未聞有如斯之軌道者。

1885 年及 1835 年與 1876 年之隕鐵亦爲火球而落下。前者燒焦落點之草木,後者於墜落一時間後,尙有熱度。一切隕石皆於大氣上層烈熱而燃燒,其光輝常不達地面而消滅。故落下時溫度較低,常不分裂,而形之大者亦然。1904 年有一隕石,不與落點之草木以何影響,且重爲十三磅。又有計算落下速度爲每秒 400—600 米者。

要之,隕鐵與隕石於其組成以外,尙有多少差異。隕鐵有與彗星有關係者.而隕石則似更無關係焉。如斯則其起原果在何處耶?尙須待相當之研究焉。

又有取非金屬性之隕石三十個研究其光帶者。知各隕石之組成頗相類似。其所含原素之數甚少,僅以鐵,鋁,錳,鎳表之,足矣。且除二三例外外,各組成原素含有量之分量殆皆相同,由此得推定其有公共源泉者。遂有謂此等隕石乃一行星滅亡之際,破壞爲微塵而成者。

26. 隕星之成分[(2)]:— 隕星依其組成可分爲二,卽隕石與隕鐵是也。隕石 (Stony Meteorite) 以硅酸鹽鑛物爲主,而伴有金屬及硫化物者。又於其網狀或海綿組織之間隙,常塡充有所謂石鐵隕石 (Stony-iron Meteorite) 者,乃由金屬及硅酸鹽鑛物而成。隕鐵 (Iron Meteorite) 以鐵,鎳,或其合金爲主,而伴有鐵之燐化物及硫化物者。

要之,隕星中所含之元素,已確證者凡二十七種。卽鐵,鎳,鈷,鋁,鎂,鈣,炭素,酸素,硫黃,燐,硅素,水素,氦,窒素,鎵,鈉,鉻,銅,錸,錳,鹽素,釩,鋰,砒素,銻,鈦,錫等是也。其他似乎尙有鉛,金,銀等元素。

隕石中所現之鑛物,有如地球上所常見之橄欖石,黃鐵鑛,磁鐵鑛等者,但有時含有地球上所未知之新鑛物。而地球上鑛物中最多之石英,隕石中含之者甚少。

隕石中多含有特殊球粒或小球體,謂之 Chondrus。含此球粒或小球體之隕石,謂之 Chondrite。Chondrus 之大者,約如胡桃,小者則如微塵。形呈球狀,亦有爲卵形者。置隕石薄片於顯微鏡下窺之,大圓形者爲呈輻射狀構造之頑火石 (Enstatite) 之 Chondrus, 其餘爲貴橄欖石 (Chrysolite) 之斑狀及粒狀之 Chondrus

以酸腐蝕所磨之隕鐵表面,呈有一種平行帶相交錯之模樣。此模樣乃 1808 年 Alois von Widmanstätten 開始研究,故謂之 Widmanstätten 模樣。

隕石形小而輕,隕鐵則多重大者。今日世界最大之隕鐵爲美國紐約博物館所存者。長 10 呎 11 吋,高 6 呎 9 吋,幅 5 呎 2 吋,重達 36.5 噸。此乃 1895 年 Pearly 發見於 Greenland 之 Cape York 東 35 哩之 Melville 灣海岸,故名之曰 Cape York Meteorite。隕石多冠以發見之地名名之。次爲墨西哥之 Bacubirito 凡 27 噸。又次爲墨西哥之 Chupaderos 二個約 26 噸。後者之二個,發見地點約距二,三百呎,由其表面之性質觀之,落下以前確爲一塊者。他如 Oregon 之 Willamette 重約 15.5 噸;墨西哥之 El Morito 則約 11 噸。

隕石之表面常包有平滑之黑色皮層者。落下途中有被破碎而現石質之素面。皮層乃此素面爲熱所熔而後牢固所成者。其凹凸之狀,恰如指先所壓之痕跡者。此乃液體包不規則之石質表面,受空氣壓力不勻均之結果也。

27. Arizona 隕石孔[(3)]:— 美國 Arizona 州 Canyon Diablo 附近有一大孔穴,因其無火山活動之形跡,故知其非噴火口。乃世界唯一無二之隕石孔。謂之 Meteor Crater。由其大小推算之,則落下之隕石約爲 Cape York 之數千倍。

由空中視之,如一大貝殼:孔之周圍似以某強力由內部向外部放出白物者,有如月之痘痕者,似非隕石孔。但經實驗之結果,得確認其爲隕石孔無疑。由距此隕石孔中心約六哩之地域所拾集之隕鐵,比此地上任何其他此種地域所得之量爲多。

由其周圍之砂漠計之,孔空爲 440 呎,由觀者所立之緣邊計之,則爲 570 呎。若立於緣邊,足跟之絕壁,因侵蝕而成之岩瑰及砂礫等傾斜度殆爲直角。一切周壁殆皆如斯急峻而粗剛。

孔之周邊約爲三哩,其直經約爲五分之四哩卽 4200 呎。孔邊之傾斜有大小不同之石灰石破片及白色砂岩散亂之。由此石灰石而成之砂漠有此白色砂岩者,果由何處而來耶?今觀孔中三百呎之處,有白砂岩一帶;而孔邊之傾斜,散亂放出岩石,東西特成可驚之對稱的位置。其中大者有在七千噸以上。在孔中半哩之處有厚十呎之岩石,恰如古紀念碑之傾倒者。有二億噸之岩石爲隕石所彈飛之概。

多數學者皆認此孔爲巨大隕石落下之痕跡,且大概乃死滅之小彗星落下之跡。此隕石之直徑(受空氣之壓力爲不規則,故其形亦爲不正)約爲 300—500 呎,重量當在百萬噸以上。後人想像隕石落下時光強於太陽,照曜山岳,如地震之波動。砂塵滿佈山野,燥音震地,水蒸氣噴出於高空。砂塵復滿佈山野,似由遠方捲起之強風者。後於不毛荒野殘一巨大之孔。

1906 年美國開始發掘此隕石。依其報告則穿孔向隕石孔中央正直而行。是處似乎曾有小湖,有含多量水分之砂,故不能繼續穿孔,遂掘孔底之他部分,僅得含鐵分之砂。地質學者改隕石孔之周壁,詳加試驗,知岩層之角度各有變化。於南面約爲九十度之角度,北面則僅約五度之角度耳。又由北面向南面之傾斜徐徐而急;南面周壁約廣二千平面尺,但直角壁僅約百呎。依此現象及其他證據等,隕石似以某角度由北面打碎石灰石及砂石等而落下;至南面周壁下方堅硬赫砂石之下而埋沒焉。

1920 年遂向南面穿鑿,然因岩塊崩落之故,工事甚覺困難。掘至近孔底之部分,或三百呎以上,有似眞隕石者。發見含有早已酸化之隕鐵之頁岩二塊。此似係主體巨塊中之一片。其同類之破片,當廣佈於此周圍之砂漠一帶也。

掘至千呎時,得含鐵分之物體。至千二百呎時,得粉末狀之鐵。至千三百呎時,於泥中含有百分五十之鎳鐵。1922 年 8 月 11 日於 1376 呎處現有堅固物體,此殆始爲眞隕石者。用種種方法爆破之後,結果終成泡影。故隕石之位置及其大小,依然不得而知之。

(1) W. H. Pickering: The Origin of Meteorites

(2) The Heavens, No. 79

(3) La Scienca Grafikajo, Vol. 11, No. 3. 1928

## VIII. 黃道光與對日照

28. 黃道光之現象：一 無月之春夕,薄明消滅後,有一種淡光帶現於西天;秋季則在日出前現於東天。此種現象,謂之黃道光或曰獸帶光 (Zodiacal Light)。其中心線約沿黃道而廣佈於天空,有時蜿延而越子午線,其甚者恰如銀河由天之一端連續至於他端也。

此種現象,昔之天文家殆不加以注意。如 Tycho Brabe 亦僅認爲春夕所現之一種特別薄明耳。歐洲有充分之記錄者,當以 1661 年 Childrey 出版之 "Britania Baconia" 爲最早。然確定其與薄明不同及爲組織的觀測者,當推 T.D Cassini 氏。氏生於意大利,而觀測於巴黎王立天文臺;1683 年 3 月 18 日發見此光,命名曰黃道光,且繼續觀測至 1693 年爲止。

1833 年 11 月 12—13 日北美發現可驚流星雨之後,黃道光甚盛,逐以爲流星與黃道光間有何關係,但無何等決定的結論。E. A. Matthiessen 氏依熱電推之測定,乃物理的觀測之端緒。十九世紀中頃後, G. Jones, E. Heis J. Schmidt 等亦繼續觀測之。後人多加觀測,其重要者如哈威大學之 Searle, 德國之 K. Graff, 瑞士之 E. Schmid 及 F. Buser 等氏。又 B. Fessenkoff, M. T. Pufay, 及 E. A. Fath 等,皆努力於光度,光帶,偏光等物理的測定。

黃道光之光甚微,由肉眼視之,呈美麗之狀;以望遠鏡窺之,殆無何効果。若加以倍率,亦非如星雲星團之現有一一光點者,僅於一面現有光輝之天空耳。撮影亦不能得大効果。蓋一夜曝寫之時間甚短,且中央最明部分現於乾板上者極弱故也。

現今有爲光度計的測定者,最初爲 M. Wolf 氏。氏由 Schitt 光度計所得之結果,知其中有線與太陽赤道面相一致者。然此結果與 1913 年 B. Fessenkoff 由面光度計之測定則相矛盾。依其結果,則光強之分布,對於黃道光中心線成對稱現象,其中心線平



黄 道 光

行於黃道,而在其北方一度乃至二度焉。

1913 年 Van Rhijn 在 Wilson 山以面光度計測定夏秋間夜空光輝時,知受黃道光及對日照之影響。依氏所言則黃道光之光輝廣布全天,達夜空總光量 60 %,且似極光之地球上光量占 15%,而實際之星光僅 25% 耳。

黃道光之色雖因微光不能確定,然可謂爲銀灰色或黃白色。G.Jones 則謂銀河色爲冷白,而黃道光則爲暖黃,以區別二者之不同。色指數殆亦不能定之。

至其光帶,亦因微光,故眼視的結果皆不確實。現今以 1909 年 E. A.Fath 在 Wilson 山所撮者最爲可靠。依其結果,知爲連續光帶,中有 Fraunhofer 暗線,卽與太陽之光帶同爲一型。故有謂黃道光乃無數微小物體集合於黃道面附近,成透鏡形或更扁平之圓盤形,反射太陽而成者。

依 1925 年 J. Dufay 之測定,則在距太陽 60°之處,有最強偏光,其量爲 15% (偏光面乃黃道面)。此明示日光分散光之存在。氏謂此非稀薄氣體,乃比光之波長更大之粒子集團者。

多數學者皆認爲黃道光乃圍繞太陽之無數流星團所反射之光輝,此說最爲眞確。夫以地球之微力,每日尙能吸引流星幾千萬,則流星落下於太陽者當爲此數之幾百倍乃至幾千倍。又縱非卽時落下於太陽,而多數乃運動於一定軌道集合於太陽者。謂此等全體反射而成黃道光者,亦非無理也。由太陽系全體之傾向,及多數公轉運行之天體軌道面傾角近於黃道面之事實思之,則黃道光之流星團亦密集於黃道面,故視爲此等乃以太陽爲中心列成透鏡形者,亦足以解釋黃道光之現象。

以黃道光爲流是團所密集者,則其全體之質量爲幾何耶?有謂爲其質量約爲太陽之三百萬分之一者。近來又有謂黃道光非圍繞太陽之流星羣,乃地球雰圍氣上層凝固冰結之窒素粒之作用。此乃依徹底觀測及實驗研究而得之論據,是爲今日

學界之一問題。

與黃道光相並列者有對日照 (Gegenschein or Counterglow) 之現象。卽晴空之夜，於黃道上與太陽正反對之天空有微弱之光輝是也。其光較黃道光遙弱，故非視力之強者，不能見之。用望遠鏡不能觀測之。1854年德國天文學者 Brorsen 始發見之。1883年 Barnard 更獨立發見而確定其存在焉。

對日照之光甚微，觀測極其困難。故除光之形狀以外，殆皆不得而知。有時幅廣之光帶與黃道光相連絡。至其原因，得謂爲流星圍密集於此方向，反射太陽光所成者。

29. 黃道光之觀測法：— 觀測黃道光時，宜先準備星圖及觀測用表。星圖宜用黃經黃緯之黃道星圖，蓋觀測上及整理觀測之結果，均甚便利也。至於觀測用紙，大概如下：

黃道光觀測用表。(No.　　)　　　觀測者

年　月　日

觀測日期

觀測方向

觀測地 { 經度 緯度

| 次序 | 時刻 | 離角 | 幅 | 外形 | 光輝 | 色 | 脈動 | 變動 | 天氣 | 備考 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 時　分 | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | |

A. 觀測日期: 因黃道傾斜之關係,普通三月頃日沒後,現於西天,九月頃日出前,現於東天。有名觀測家 George Jones 氏雖在黃道最低空時,亦能觀測之。就我國之緯度言之,觀測日期,大概如下:

| | 月 | 月 | 月 | 月 |
|---|---|---|---|---|
| 東天 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 西天 | 12 | 1 | 2 | 3 |

B. 觀測方向: 卽東天或西天,各以E,W表之。

C. 觀測地: 或單記地名,不記其經緯亦可。

D. 時刻(Time): 今就西天之時言之,於日沒後約一時間半乃至二時間,不見西空之薄明起,爲觀測之時刻。薄明中之觀測不甚妥適。薄明終後二,三分乃至十分後,最爲適宜;而其後三十分,或一時間,皆能見之。故同日內觀測二三次,得知黃道光之變化,甚有興趣,且價値亦多。

E. 離角(Elongation): 此乃由黃道光之頂點至太陽之距離。由星圖之度數,決定黃道光頂點之黃經,求其與是日太陽黃經之差數,卽得離角。

F. 幅 (Witch): 黃道光愈近中心部分,其光愈明;故於其間得引數條等光線。此等光線愈多,愈不正確,故普通僅引二條,卽外形之線及其內側一條。光之強者有引三條,淡者則引一條。等光線中最內部之最明者,以一紅線記於星圖上。黃道光底部與此紅線之直角距離卽謂之幅。然底部云者,甚不精確;且因地上之障礙物,以及天氣之惡劣而異,只能適當測定之而已。若記爲離角何度之點,其幅爲何度,雖較詳細,然甚複雜,不易整理。不能決定中心線時,只能視其大概,例如記爲 ± 32° 是也。近年 British Astronomical Association 所發表之黃道光記錄甚爲簡單,省去此項,蓋幅對於離角,不甚重要也。

G. 外形 (Outline): 黃道光之光輝,中明外淡,觀測甚爲困難。

故其所視之範圍,依觀測者而異。G. Jones 氏用黃道星圖,觀測外形之南北與黃道相平行,或近於平行者;能見如斯之現象者甚少,宜加以注意。黃道光之頂點,雖概在黃道上,或近於黃道者,然常常在遙遠之處,亦宜注意。其外形通常用直線表之,然有時爲灣曲,又頂點部分,時間若久,則爲圓形。

吾人所記外形,除設 N, S 之區別外,又宜記明瞭之差度,普通分爲四級,卽

| | | |
|---|---|---|
| Distinct | (略號 D.) | 明瞭 |
| Rather Distinct | (略號 rD.) | 稍明瞭 |
| Indistinct | (略號 Ind.) | 不明瞭 |
| Very Indistinct | (略號 V Ind.) | 甚不明瞭 |

D, rD 者少, Ind. 及 V Ind. 居多。

H. 光輝: 記黃道光中心部分之光輝方法,可分四級,卽

| | | |
|---|---|---|
| Very Bright | (略號 VB.) | 甚明 |
| Bright | (略號 B.) | 明 |
| Visible | (略號 V.) | 稍明 |
| Faint | (略號 F.) | 淡 |

後三者乃 Pickering 之區分法。實際同程度之光輝,依天氣之晴曇,或記爲 B, 或記爲 R。而與銀河之某部分相比較,能具體的定以明暗。銀河之光輝,依季節,位置,天氣等而不一定,又於銀河之各部分又有差異,故與銀河相比較,僅能補助光輝之決定耳。

用以比較之銀河部分,茲定之如次:[1]

| | 東天 | 西天 | | 東天 | 西天 |
|---|---|---|---|---|---|
| I | O (銀) | LC | VII | LC (銀) | C |
| II | O,C (銀) | A | VIII | LC,A (銀) | C |
| III | C | A | IX | A | C |
| IV | C | M (銀) | X | M | C |
| V | C | M,O (銀) | XI | M | LC (銀) |
| VI | LC | O | XII | M | LC (銀) |

A=流於Auriga之五角形中之銀河

C=擴散於γ,β Cygni間之銀河

LC=Lacerta及Cepheus附近之銀河

M=貫流 Monoceros中央之銀河

O=過Ophiuchus東北岸之銀河

表中有(銀)者乃該時恰爲銀河所障礙,觀測甚爲困難之意味。比較銀河之條件有四:

(a) 務求統一

(b) 不可過近於觀測方向

(c) 不可過近於N 35°

(d) 不可過近於地平線

如2.0—0.5 × C云者乃由黃道光內部向外部,漸爲天鵝銀河之二倍至半倍也。以0.5×爲單位,更用>及<之符號,務求其正確。

光輝甚強時,與銀河相比較者,難免不正確,不得已時,記爲“>5.0×A?”等等。又有脈動時,觀測時刻,屢爲淡光,其前後增加光輝時,一見得知之,則記是夜最大之光輝及其時刻於備考項內,以供參考。

I. 色: 色之種類大概如次:

| | | |
|---|---|---|
| White | (略號 W.) | 白色 |
| Yellowish White | (略號 YW.) | 黃白色 |
| Yellow | (略號 Y.) | 黃色 |
| Bluish White | (略號 BW.) | 青白色 |

色亦有變化者。光之淡者,或天氣不甚晴明者,往往不能判別之,則用“?”或“W?”等符號表之。色又有清濁之時,濁時亦併記其原因。

J. 脈動(Pulsation): 乃光輝盛衰之現象,以Puls.表之。急衰或徐盛,其範圍之大者,極其美觀。黃道光明淡境界線之消滅及

其再現,亦一種之脈動。若與銀河相比較,以Graph表光輝與時間,則一目瞭然,至有趣味。

K. 變動 (Variation): 略號爲Var.乃短時間內,外形時而擴大,時而細小,及全形移動於南北之現象也。此種變動與前項脈動,爲重要現象,宜特加注意。二者有相伴而生者又有相反而起者,又有各自獨立而發生者。又兩觀測者之間,有一人認其存在,而他一人則不認其存在者,此乃因兩者空間良否之差,觀測時間之差,觀測者眼力及精神狀態等而異也。

L. 天氣: 此乃表明空間睛明之程度,可分四級。

| | | | |
|---|---|---|---|
| Very Clear | (略號 | VC.) | 清晴 |
| Clear | (略號 | C.) | 晴 |
| Rather Clear | (略號 | RC.) | 稍晴 |
| Bad | (略號 | B.) | 劣 |

他如風(大概之方向及強度),雲,霞,霧,雨等,亦可記入以供後日之參考。

30. 眼視觀測之結果 :— 黃道光橫現於黃道附近者殆無容疑,故緯度愈低之土地與地平線之傾向愈大,觀測愈宜。就我國言之, 9—12 月約見於東天, 12—6 月則見於西天。由肉眼觀測之現象,可分爲六項。

A. 與黃道之傾角 —— 黃道光主要部分所存在之面與黃道不相一致, Cassini 已注意及之。氏謂與太陽赤道面相一致,但整理從來觀測之結果,傾角無如斯之大, (黃道面與太陽赤道面之傾角爲7°15')。依多數之結果,其與黃道之傾角爲3°, 3° 20', 4°, 2° 等,昇交點之黃經爲62°, 0°, 35° 等,(太陽赤道面昇交點之黃經爲74°)。又有謂 8—9 月之傾角爲20° 者。然其在黃道面稍北方者無疑。南半球亦確認之,且無大氣之影響。此乃黃道光描大圓於天球歟?或於太陽處成灣曲,亦未可知。

B. 視差 —— 依寫生及記述之外,由 Omdurman 與 Heluan 之同時觀測,得確認其視差不甚顯著。兩處所得之光度雖呈顯著差異,然黃道光對於星之位置不變,而其尖端至少亦在太陰軌道半分以上距離之處。

C. 兩側面之明瞭 —— 朝夕之黃道光,在地平線附近之境界線,常比上側之境界線明瞭,似乃受大氣之影響。

D. 大小 —— 觀測皆用黃經黃緯,然通常以其頂與太陽之距離表其大小。其幅則以與其軸成直角之最長距離表之。E. Heis 由 1847—1875 年觀測結果,得平均值如下:

| | | 極大 | 平均 | 極小 |
|---|---|---|---|---|
| 距太陽 | 東—(夕) | 106°.0(116°.0) | 83°.0(88.°1) | 53.°5(63.°5) |
| | 西—(朝) | 94.5(112.0) | 66.5(87.1) | 50.5(56.0) |

括弧內乃 H. Weber 1864—1875 年在俄 Peckehok 之觀測結果,兩者間有系統的差異。[2]幅約爲 30°。S. Newcomb 氏以爲太陽南北部分之光輝在北緯 40°以北之地方,於夏至前後亦得見之,(爲避薄明之影響,太陽須在地平線下 18°)。1905 年 7 月末遂觀測於瑞士中部之 Rothorn 峯 (2300 米),有豫期之光現於北方,且其光漸次移動於東方。夜半時達至地平線上十度,最光輝部分與銀河相匹敵。由太陽至尖端之距離爲 35°。E. A. Fath, E. E. Barnard 及 G. Zacharow教授於 1927 年亦觀測同樣現象。

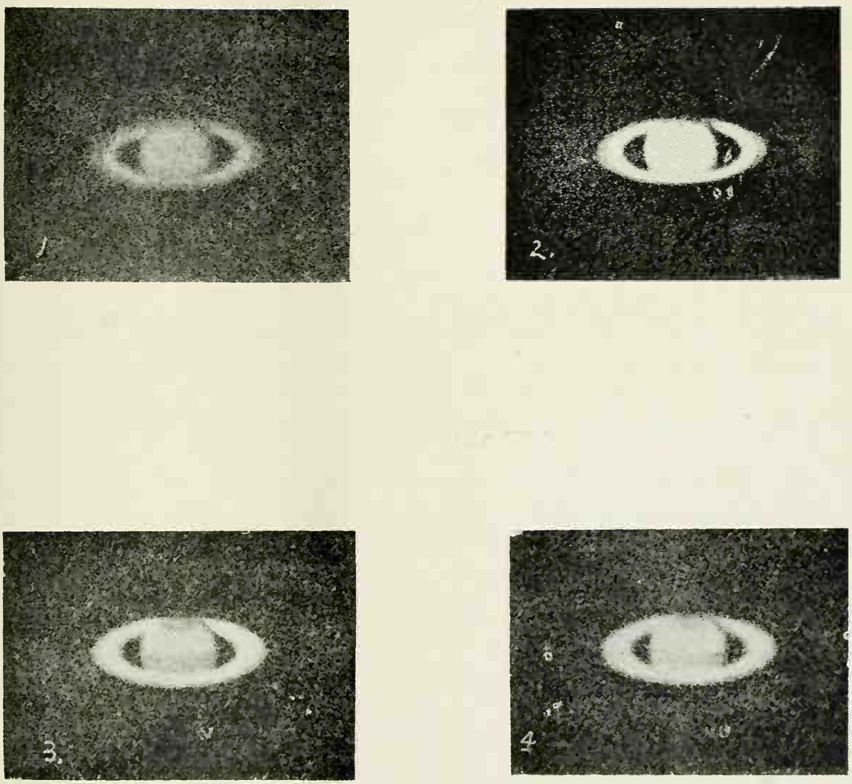
E. 光度 —— 光輝非爲一樣者,愈向內部則愈明。內部有可謂爲核之部分,殆常較明於銀河之天鵝一楯之星座。用光度計則有達一二等級以上者。普通於此部分之外側,有一更淡之部分,然其境界,不甚明瞭,且甚受他光之影響,而頂點之精確觀測猶爲困難。

F. 變光現氣 —— 其光度時有變化。約可分爲三種。(1)同一夜極短時間內之變化,卽所謂脈動者。其原因以地球大氣之狀態及肉眼感光性之變化爲主,非黃道光自身光度之變化。前者

如空中電氣及大氣之透明是也。且如黃道光之微光者乃依網膜之桿狀細胞而生光之感覺,由此細胞之感覺,本有容易變動之性質也。(2)數日乃至數十日之變動者。此不甚多見,原因與(1)相同。(3)以年爲單位而變化者。與太陽黑點,極光等之關係,當亦含於其中,但因材料不充足之故,不能確定解決之。

(1) The Heavens, No. 113

(2) The Heavens, No. 110




土星之四個單色攝影 (R. W.Wood 所攝)

其環乃爲流星物質, 1.淡紅 2.黃 3.紫 4.穠紫

## IX. 結論

31. 流星天文學之發達:— 今日所保存落下隕石中,最古者為 1492 年。各博物館陳列隕石之總數在一千以上。其中隕鐵之過半數非為目擊,而隕石則殆皆於落下之現場而拾之。蓋其外觀與普通岩石相似,常難分別之,且風化於大氣中以後,發見之機會甚少也。

十八世紀之科學者以為石由天空落下者,乃愚傻之事;縱聞落下之報告,亦不加以注意。1798 年德人依同時觀測,證明流星之高度為 80—160 粁。Fumbalt 旅行南美時,報告 1799 年 11 月目擊可驚流星雨,1803 年 4 月在北美復見盛大之流星雨。然天文學者對於流星尚未加以研究焉。最初沒頭於流星研究者,實受 1833 年 11 月 13 日獅子座大流星雨之刺戟。至 1860 年 Newton 及 Schiaparelli 始得可觀之結果。即 Newton 豫言 1866 年獅子座流星雨之再現,Schiaparelli 證明 1862 年 III 彗星與英仙座流星羣有密切關係,流星天文學於是得稱為天文學之一門。

普通彗星由核,頭,尾三部而成。核乃多數小固體之集合。頭則大部分為氣體,中有核之破片之散在。尾則由頭部所追出之質點而成,此質點之大小則為超顯微鏡的微小。故流星非由彗星之尾而來,乃核之破壞而成者。故彗星每次回歸必失其物質,如有名之 Biela 彗星自 1852 年以來,則全壞散焉。

Chambarin Multon 謂流星及彗星之核乃太陽放出之氣體因冷却固結成粒而互相結合成塊者。即所謂微行星假說者。然事實上恐非如此。謂為固結,反不如擴散之為眞。1918 年英人曾謂現今直徑一千粁以下之行星或衛星始終皆為固體,決無為氣體之時代。

彗星之核之本質,果如何耶?得由其與地球衝突之二實例說明之。第一例為北美 Arizona 之有名 Meteor Crator, 穿直徑 1280

米,深 180 米之硬岩石面。此乃由於小彗星之核之隕石密集團衝突而生者。二十餘年來研究之結果,知於南壁下 430 米之穿孔底有核之大塊,現正在掘探中。調查之結果,此大隕石之落下不在五千年前,恐只起於二千年間。

第二例乃 1908 年 6 月 30 日起於西伯利亞者,1927 年俄國學者漸爲實地調查。依其報告得知直經 30—40 粁之區域內,全爲所踏,樹木枯死,幹焦皆倒於外方;而直徑 1—50 米之彈孔無數散在焉。又隕石通過空氣時,所激發之空氣波浪能吹倒百粁外之人畜,及振動數百粁外之氣壓計之針。此似乎亦爲極小之彗星。有推定爲 1909 年通過近日點之 Winnecke 彗星之破片者。後知 1926 年 5—6 月中,有流星與此彗星之軌道相同,故此彗星之有破壞作用明矣。

由此二例,知彗星有二種類。卽如第一例核之中心大,而其周圍數粁間有多數較小之破片;又如第二例多數不甚大之塊,羣集於廣大範圍內而爲核。由此得知彗星之核,皆由極大之塊與小塊集合而成。

次就隕石之構造言之,隕石本形成大天體之一部,因受如地球內部所働作之高熱及高壓力作用,遂呈其複雜之構造。有再鎔融及變質之痕跡。又得認石質凝固後有金屬混入。如斯構造,決非小質點之物體所能生者,故結局不能不認其爲甚大天體之爆裂崩壞而成者。

小行星與彗星之區別,不甚明瞭。如 1920 年發見之小行星,其軌道全爲彗星的,就頭部或尾部言之,亦得編入爲彗星。其他軌道傾角及離心率之著大,短週期彗星亦多存在焉。要之,小行星及彗星之起原,得認爲相同者。但小行星因多量物質密集之故,重力強而比較的具固體之狀態,彗星則物質不相密集,故凝集度較爲稀薄焉。

普通皆默認小行星及衛星爲一個固體者,果有何根據耶?

其中最大者得由彗星通過其極近傍時所受攝動之分量計算之。衞星方面更爲妥適。由此得現奇妙之現象。例如木星之第四衞星 Callisto 之比重,僅爲 0.58; 土星之第一衞星 Mimas 爲 0.24,第二衞星 Encelado 爲 0.52 第三衞星 Tethys 爲 0.54, (以上乃依 Russell, Dugan and Stewart : Astronomy 第四表之材料而計算者)。一個固體(不得視爲氣體或液體者)之比重如斯微小者,如何得解釋之耶?認爲衞星或小行星與彗星之核之中間,有某天體之實例者,其爲不當耶?又某小行星及衞星之變光現象,不能由此等天體乃多數小物體密集而成之假定,以解釋之耶?

最近 Lick 天文臺研究小行星光帶之結果,知堇外部甚微弱一點,與彗星之核相似。又木星及土星順行衞星之外方,有小逆行衞星存在之事實,得證明於特殊條件之下,如斯天體能繼續存在者。吾人觀測彗星之核之破片甚爲稀少,此乃如斯無頭部之彗星過於微小,雖極近地球亦不能見之,故實際當多通過地球之附近焉。

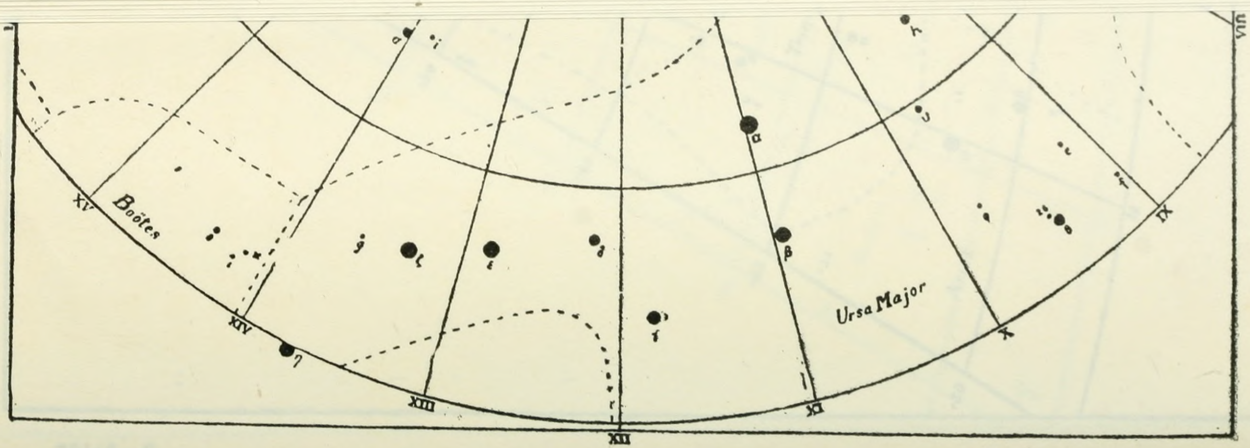
Laplace 之星雲假說,乃全然無視流星者;又流星假說則以流星爲宇宙之構成原素者。然流星之構造極其複雜,今日所謂暗黑星雲等,雖得認爲流星之集團,然僅一想定說而已。

依 Nissle 及其他流星研究家之研究,火球及隕石之軌道多爲雙曲線者。若果如斯,則其起原當在太陽系以外。然爲橢圓軌道者亦復不少,則其有起原於太陽系內明也。又隕石之組成中,亦有地球上未認之鑛物,但無未知之元素。此等事實與太陽系之構造相似,但得推定無數存在於恆星界焉。要之,流星之過半數乃由太陽系外而來者,隨週期彗星之流星,則屬太陽系內。

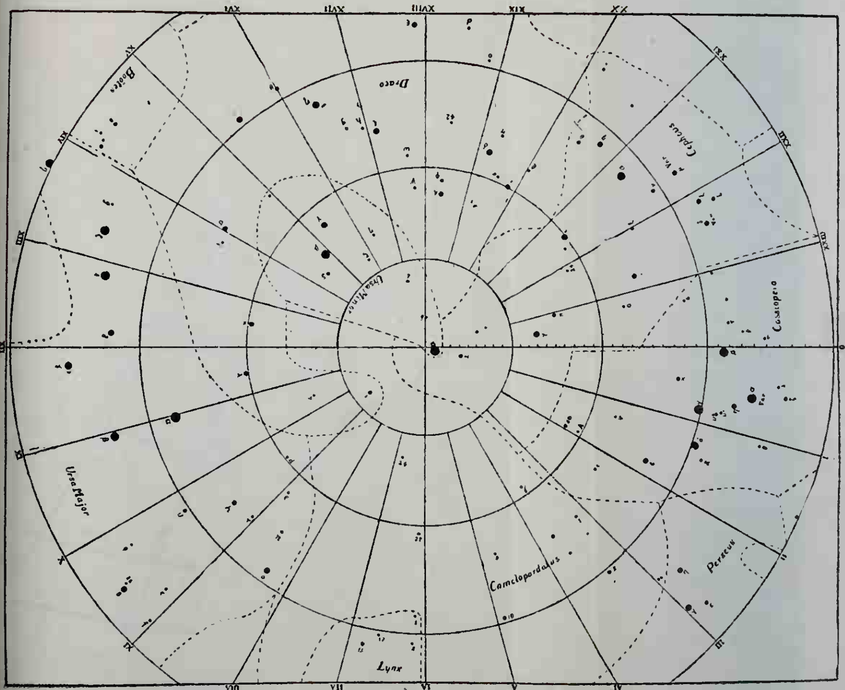
流星天文學近日最感必要者,乃感光度銳利種板之發見。吾人由此得行流星之器械的觀測以補肉眼觀測之不確。又研究大氣上層之組成及密度時,流星之觀測(速度之變化,尾之行動及光帶等)殆與唯一之重要材料焉。

流星雖爲微細之天體,但多數集合遂演種種重要現象。如地球之上層氣流,太陽黑點及自轉之不規則性,以及木土兩星自轉之不規則性,皆爲流星之作用,已有有力之根據。又土星之環乃流星的天體集團,殆無疑義。他如太陰表面之火口及線條,有謂爲流星落下之結果者。火星之有名運河亦有謂爲流星落下之痕跡者。此等學說雖不能謂爲皆合眞理,然流星於宇宙間占重要之位置可知矣。

—完—

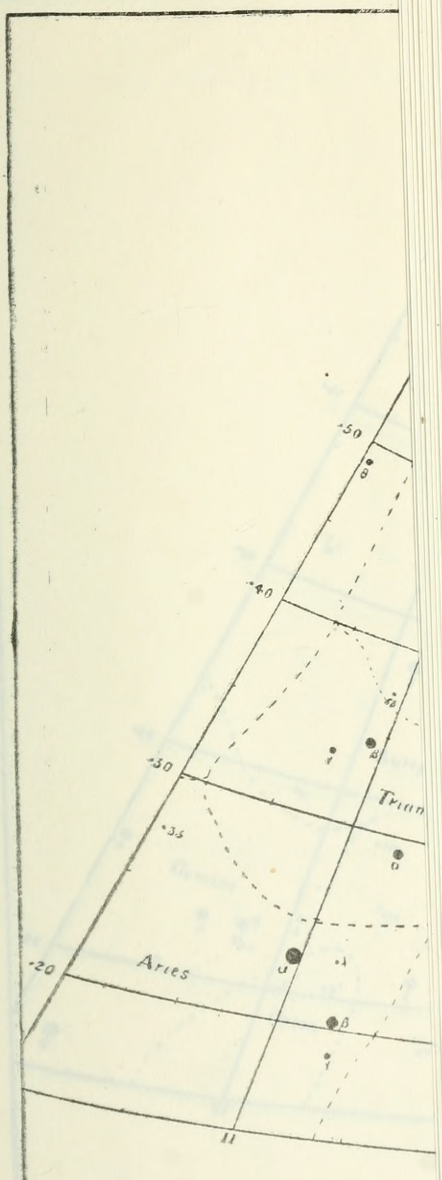


Boötes
Ursa Major
XV
XIV
XIII
XII
XI
X
IX
VIII

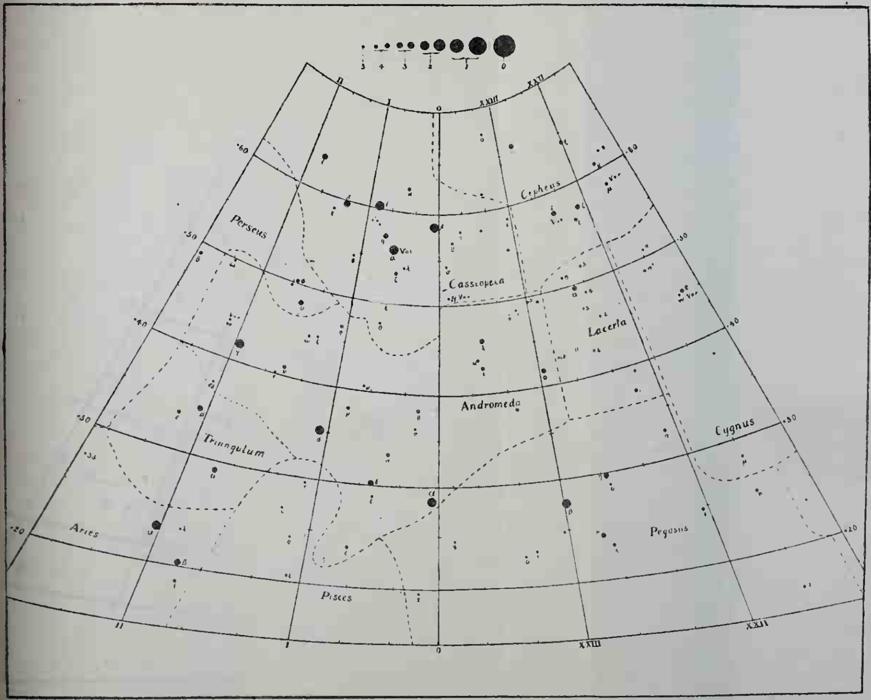

Draco
Boötes
Cepheus
Ursa Minor
Cassiopeia
Ursa Major
Camelopardalus
Perseus
Lynx
XIV
XV
XVI
XVII
XVIII
XIX
XX
XXI
XXII
XXIII
0
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
X
XI
XII
XIII

Map I

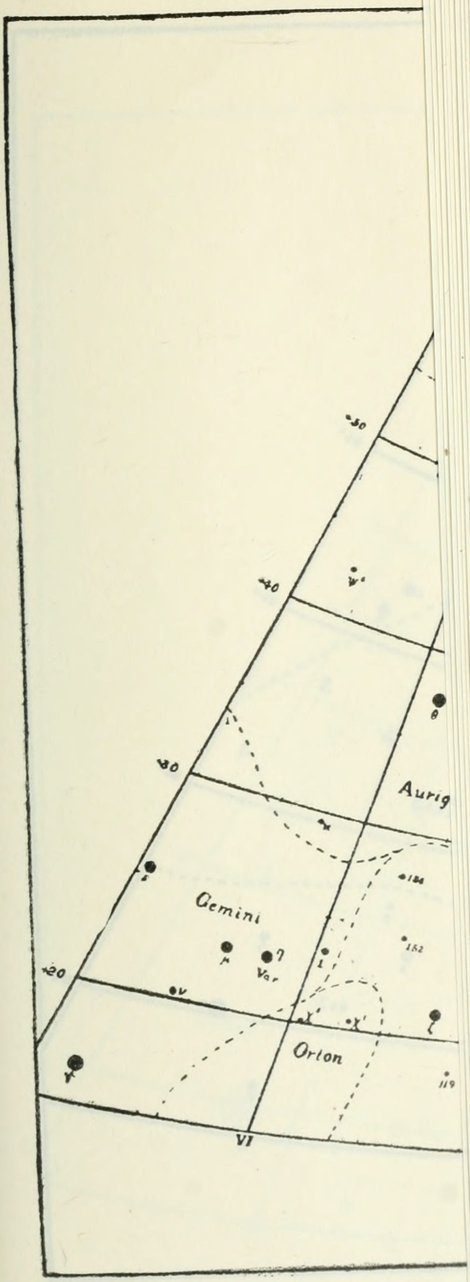
78146—2

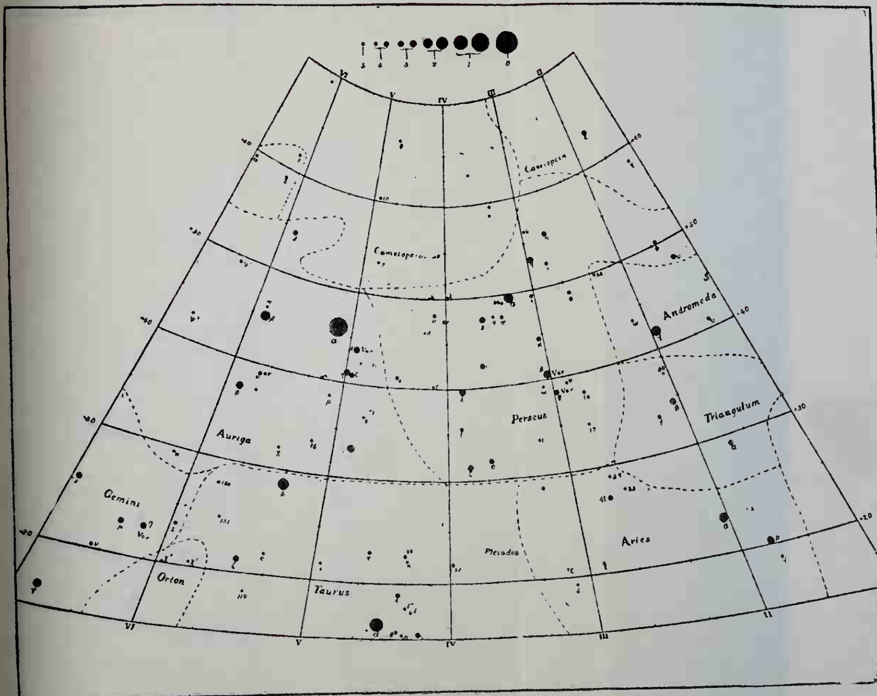


78146—2

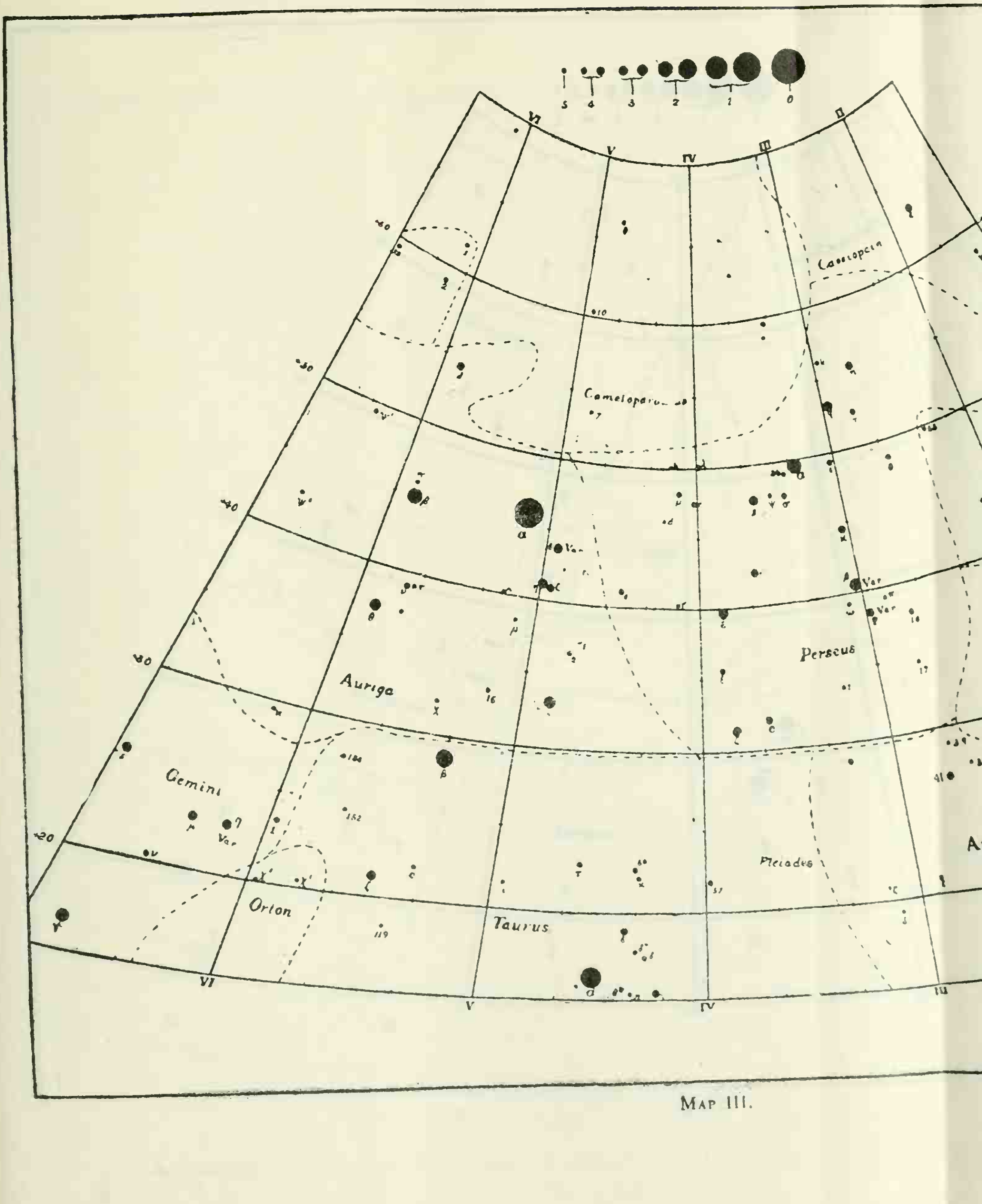



Map II.

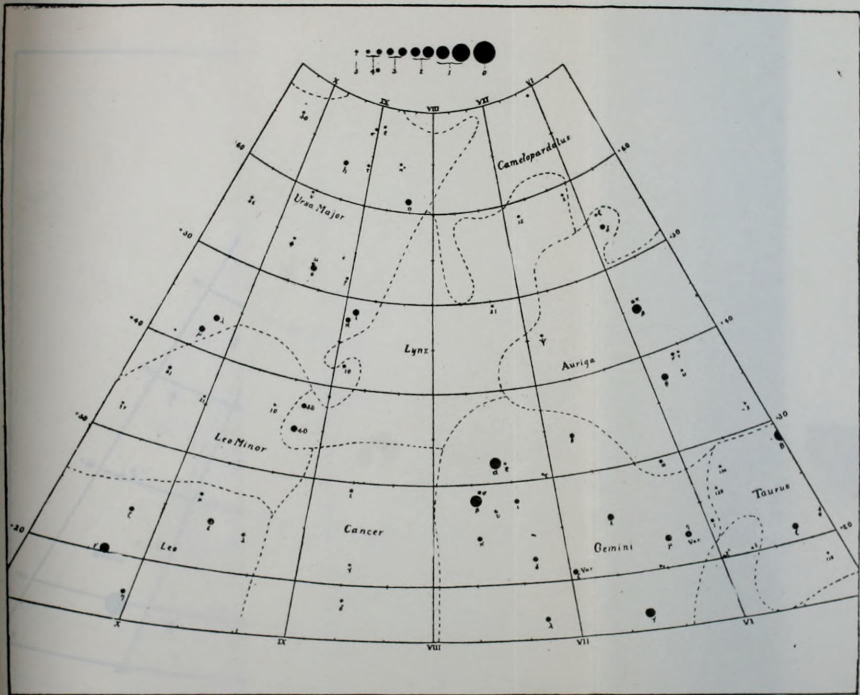

+50
+40
+30
+20
Aurig
Gemini
Orion
Var
184
182
119
VI


Cassiopeia
Camelopardalus
Andromeda
Perseus
Triangulum
Auriga
Gemini
Orion
Taurus
Pleiades
Aries

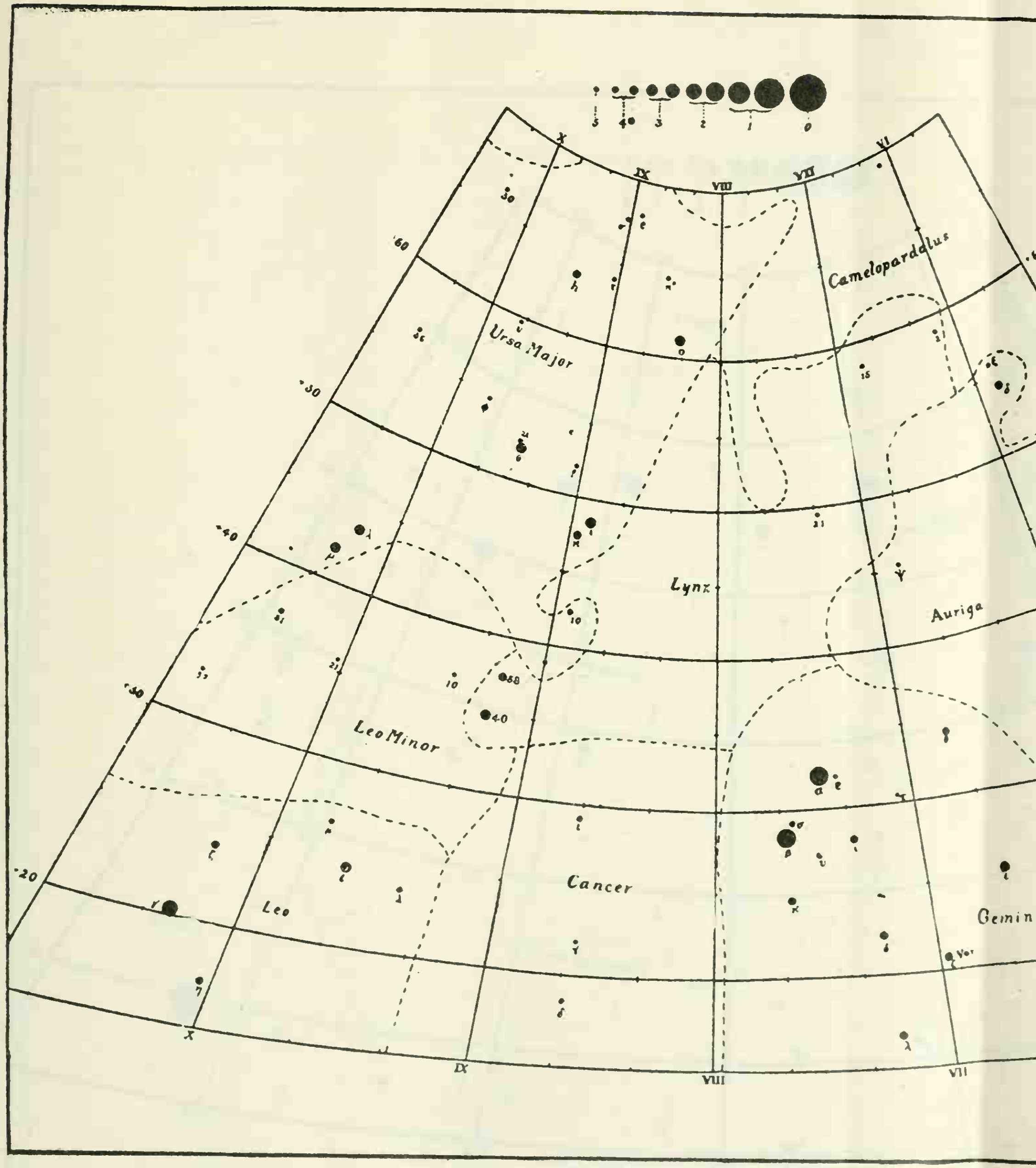
MAP III.




Map III.

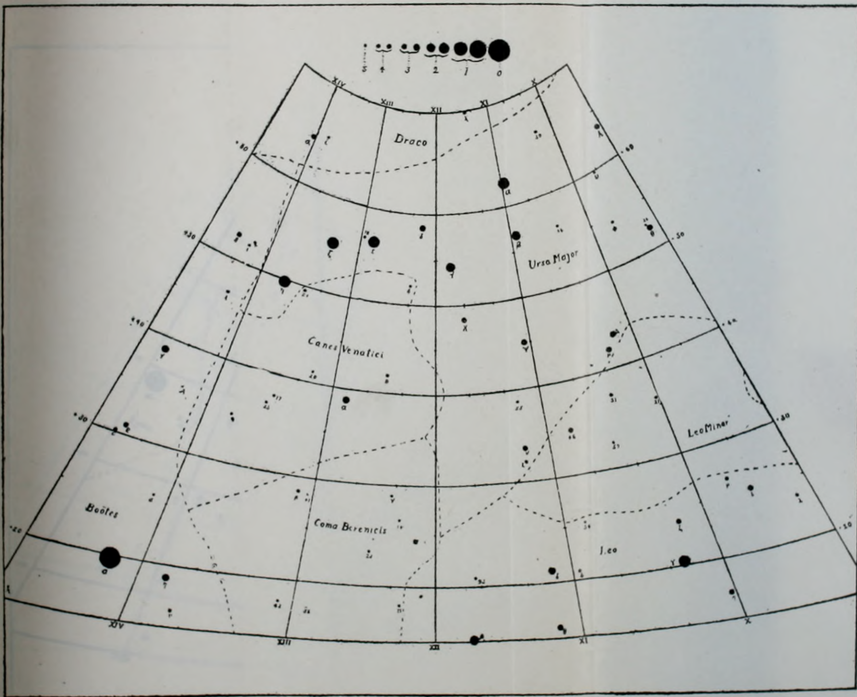

Camelopardalus
Ursa Major
Lynx
Auriga
Leo Minor
Cancer
Gemini
Taurus
Leo
X
IX
VIII
VII
VI

MAP IV.



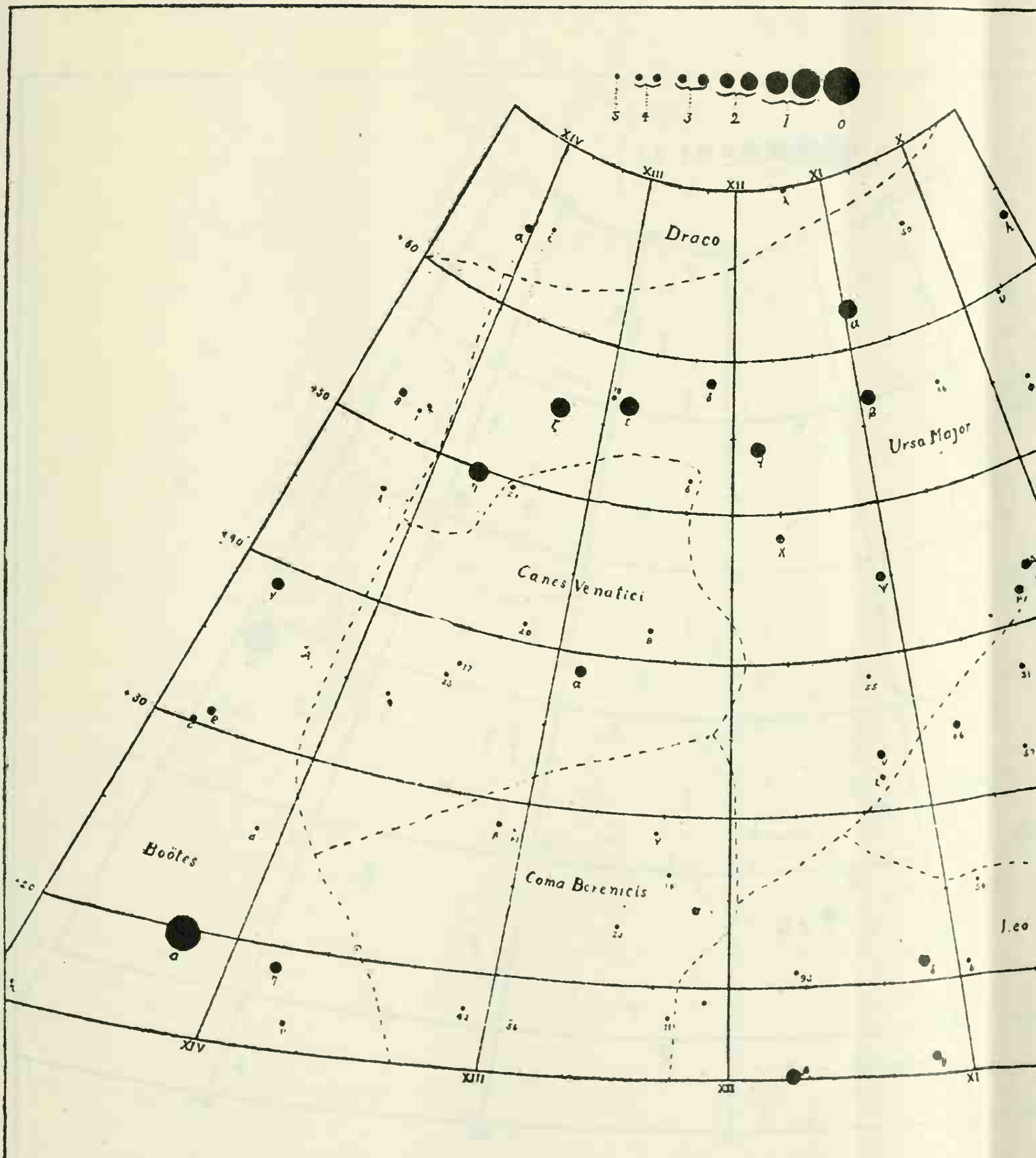
Camelopardalus
Ursa Major
Lynx
Auriga
Leo Minor
Cancer
Leo
Gemin


MAP IV.



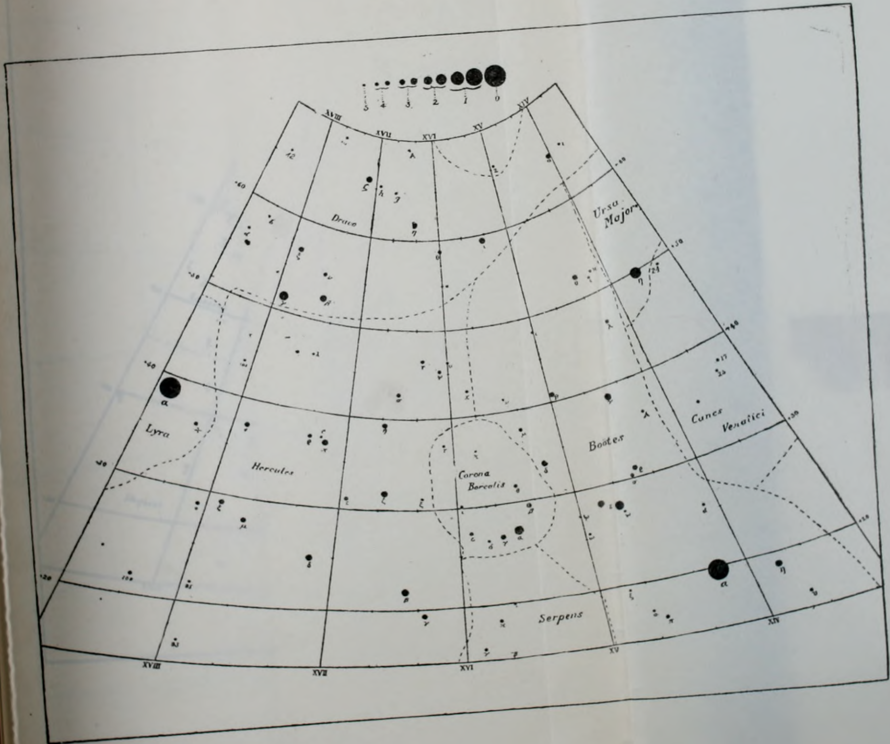
Draco
Ursa Major
Canes Venatici
Leo Minor
Boötes
Coma Berenicis
Leo


Map V.

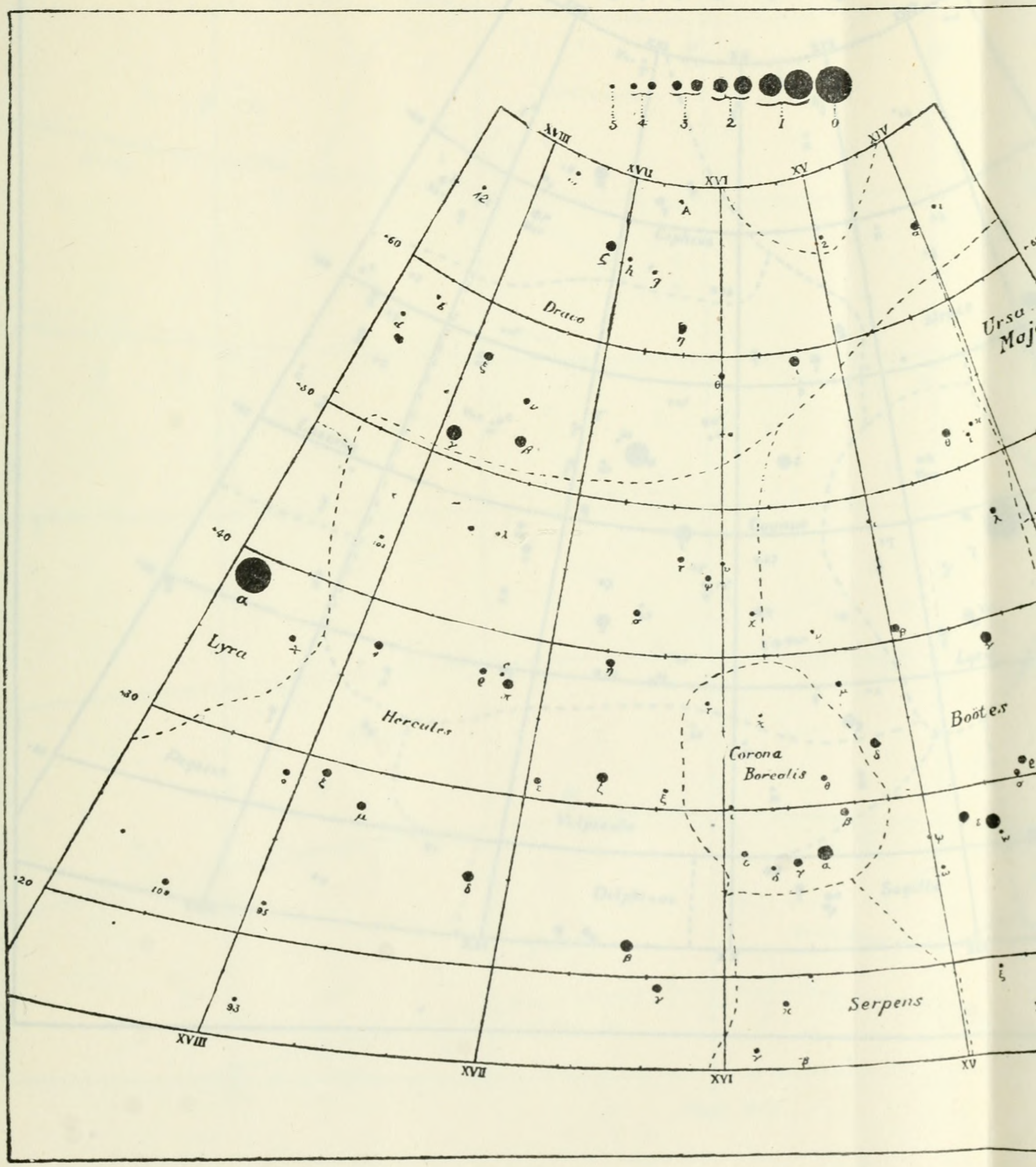


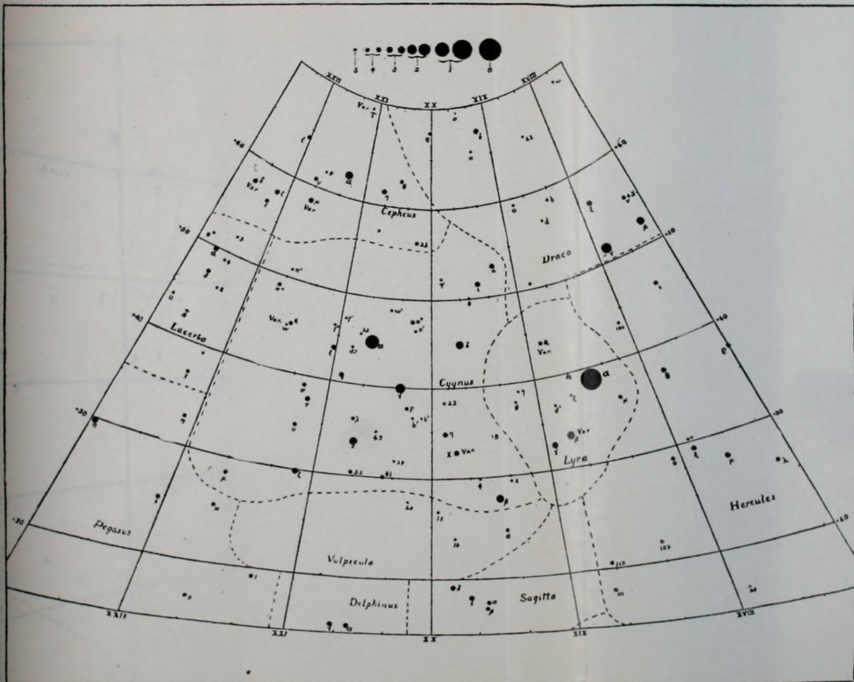
5
4
3
2
1
0
XIV
XIII
XII
XI
X
Draco
Ursa Major
Canes Venatici
Boötes
Coma Berenicis
Leo
+60
+50
+40
+30
+20


Map V.

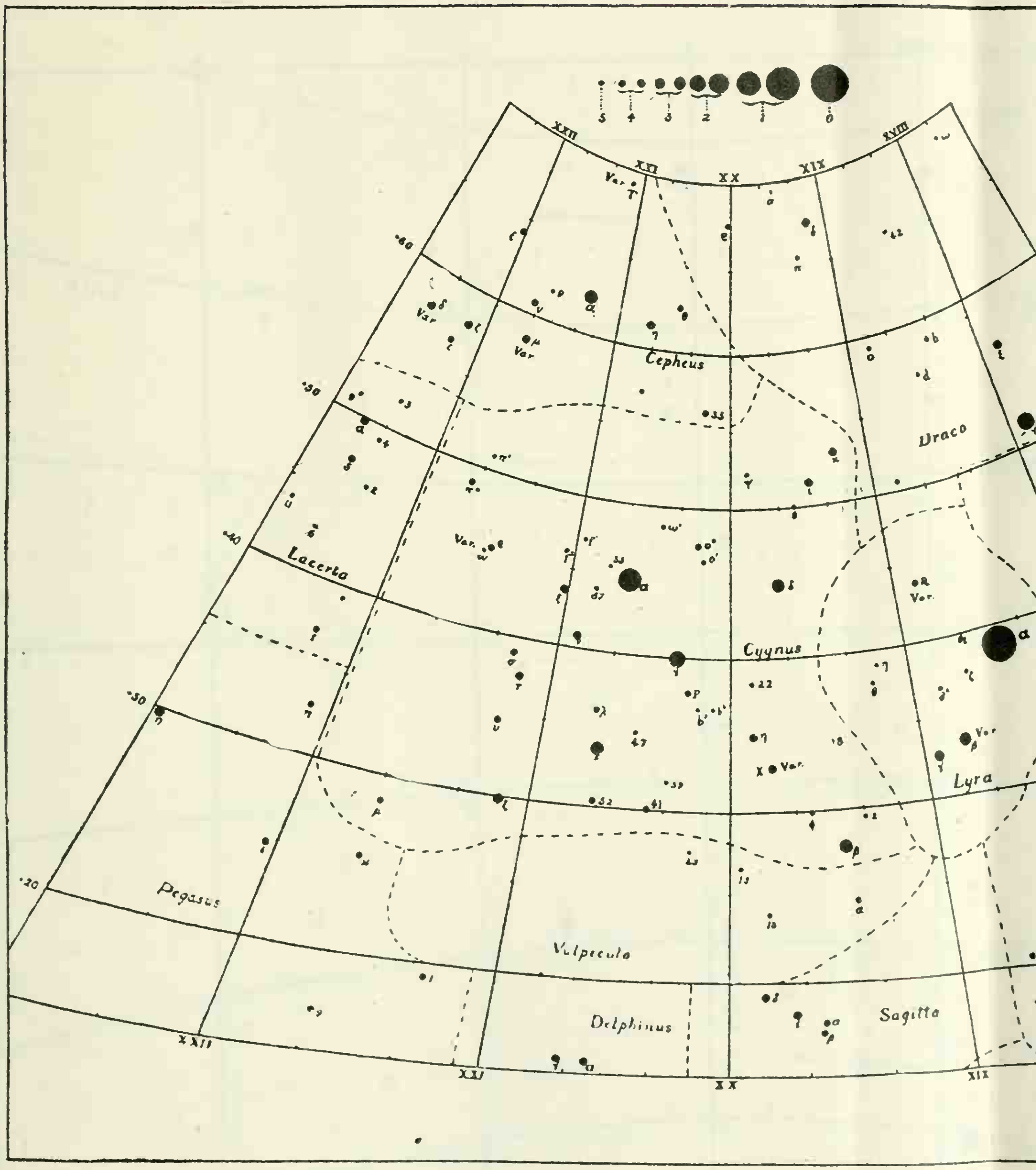


Draco
Ursa Major
Lyra
Hercules
Corona Borealis
Bootes
Canes Venatici
Serpens
XVIII
XVII
XVI
XV
XIV

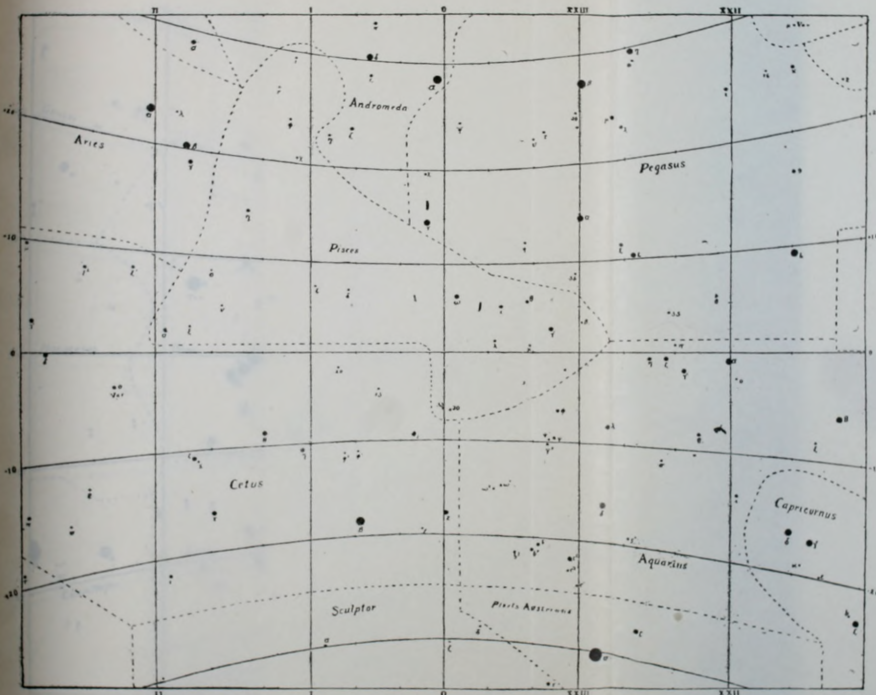

5 4 3 2 1 0
XVIII
XVII
XVI
XV
XIV
60
50
40
30
20
Draco
Ursa Majo
Lyra
Hercules
Corona
Borealis
Boötes
Serpens



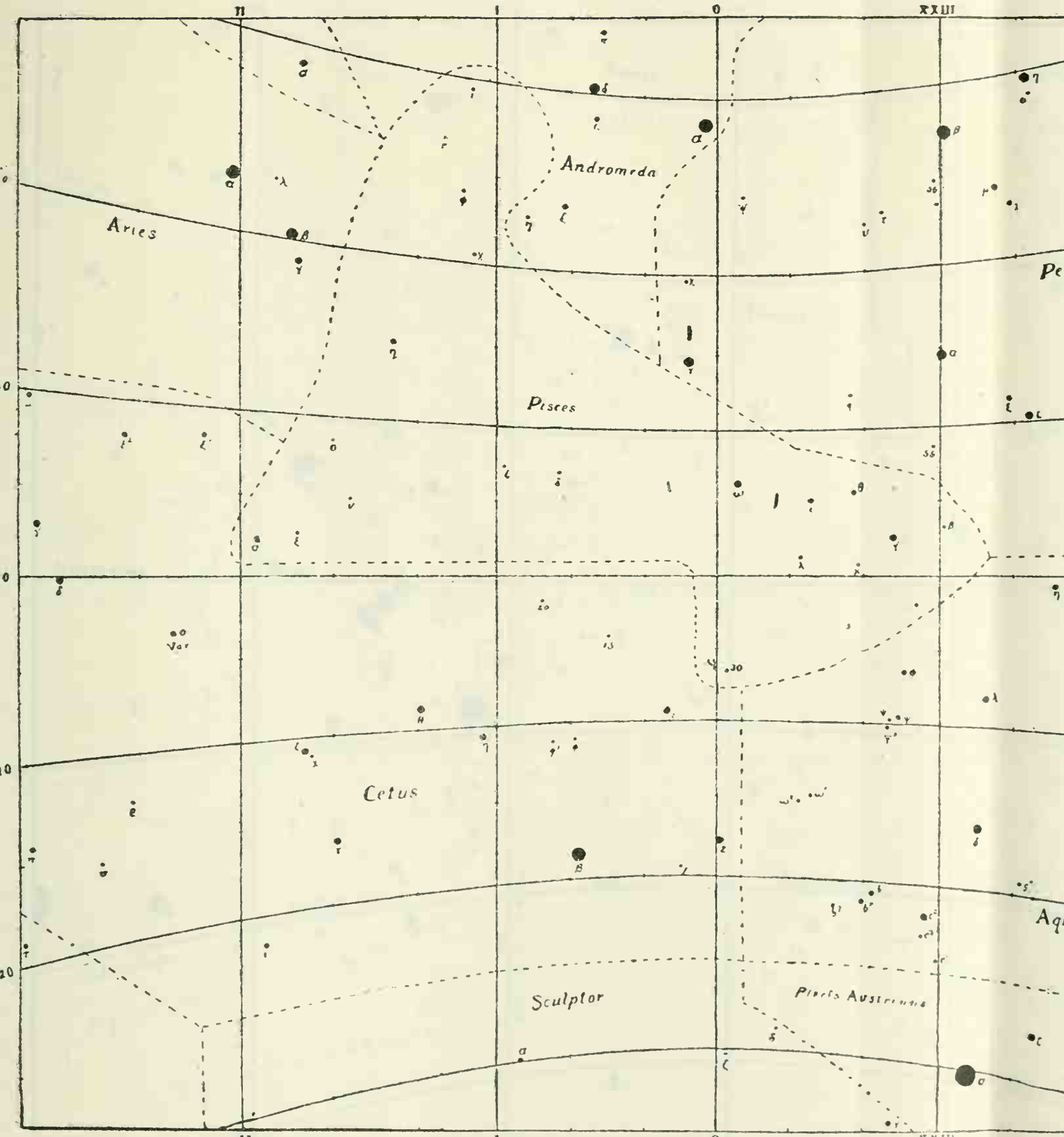
XXII
XXI
XX
XIX
XVIII
+60
+50
+40
+30
+20
Cepheus
Draco
Lacerta
Cygnus
Lyra
Hercules
Pegasus
Vulpecula
Delphinus
Sagitta



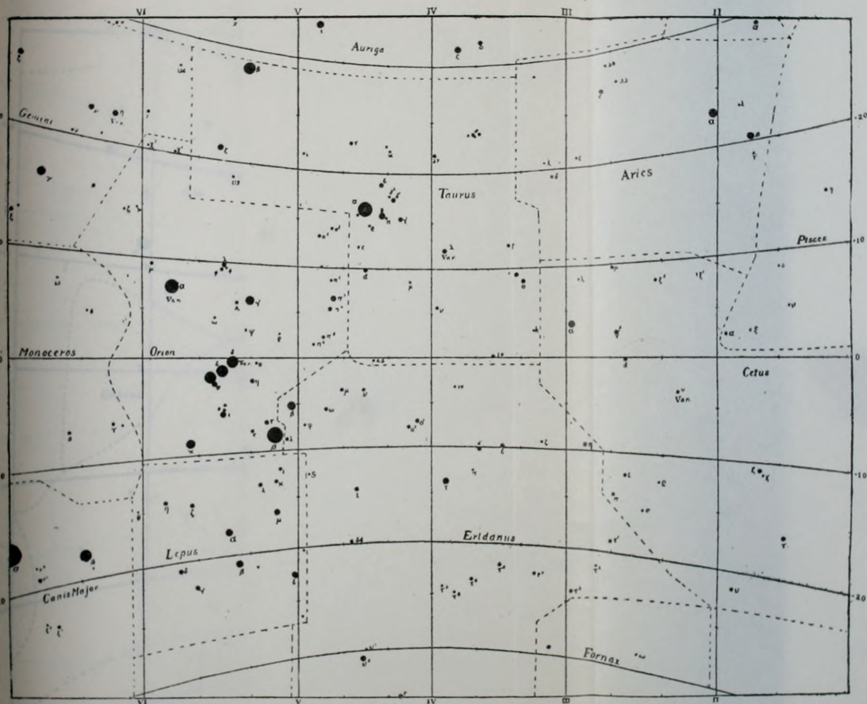
Cepheus
Draco
Lacerta
Cygnus
Lyra
Pegasus
Vulpecula
Delphinus
Sagitta
XXII
XXI
XX
XIX
XVIII
60
50
40
30
20


Andromeda
Aries
Pegasus
Pisces
Cetus
Capricornus
Aquarius
Sculptor
Piscis Australis
II
I
0
XXIII
XXII

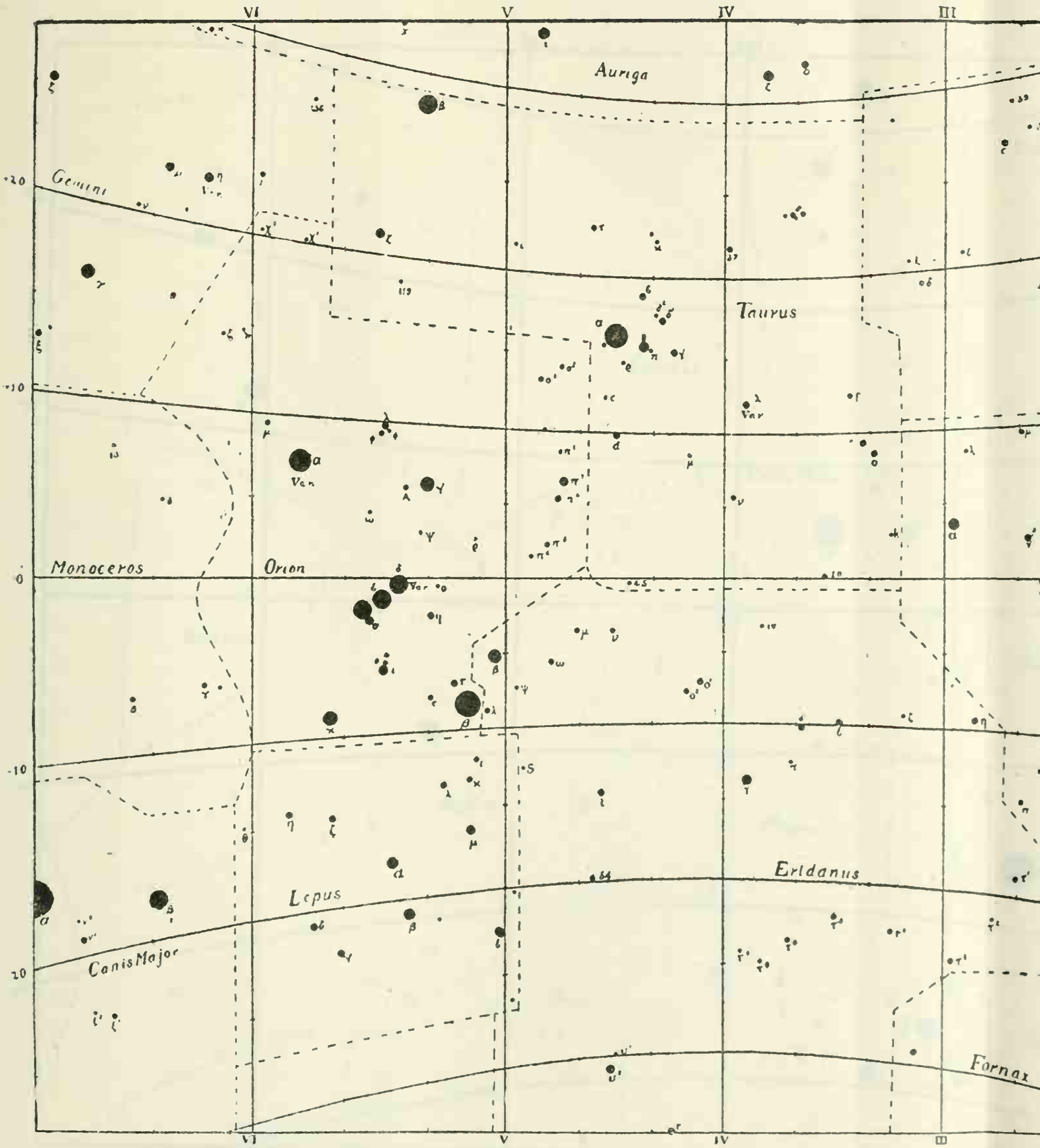
MAP VIII.


Andromeda
Aries
Pisces
Cetus
Sculptor
Piscis Australis
II
I
0
XXIII

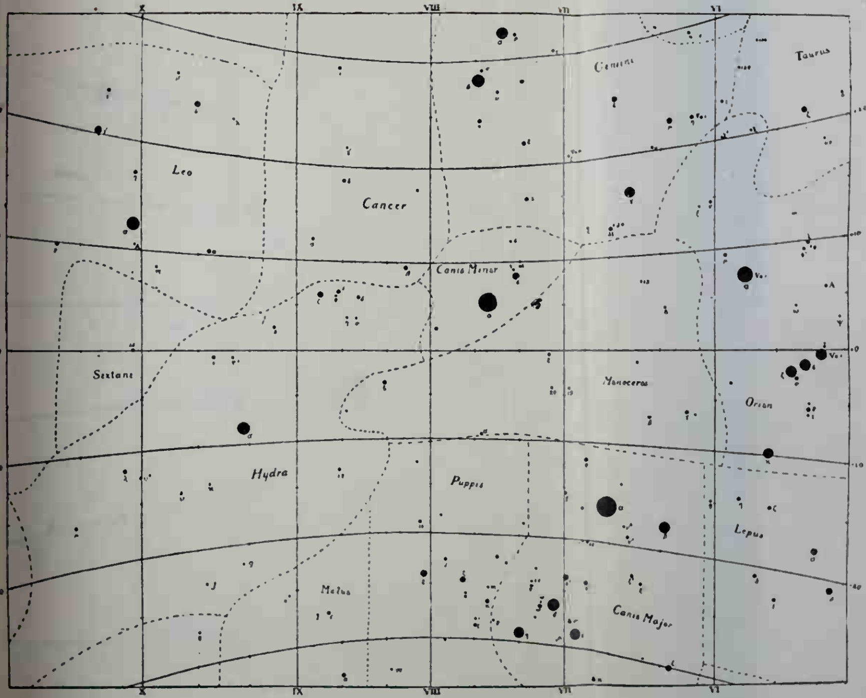
MAP VIII.


VI
V
IV
III
II
Auriga
Gemini
Taurus
Aries
Pisces
Monoceros
Orion
Cetus
Lepus
Eridanus
Canis Major
Fornax
+20
+10
0
-10
-20

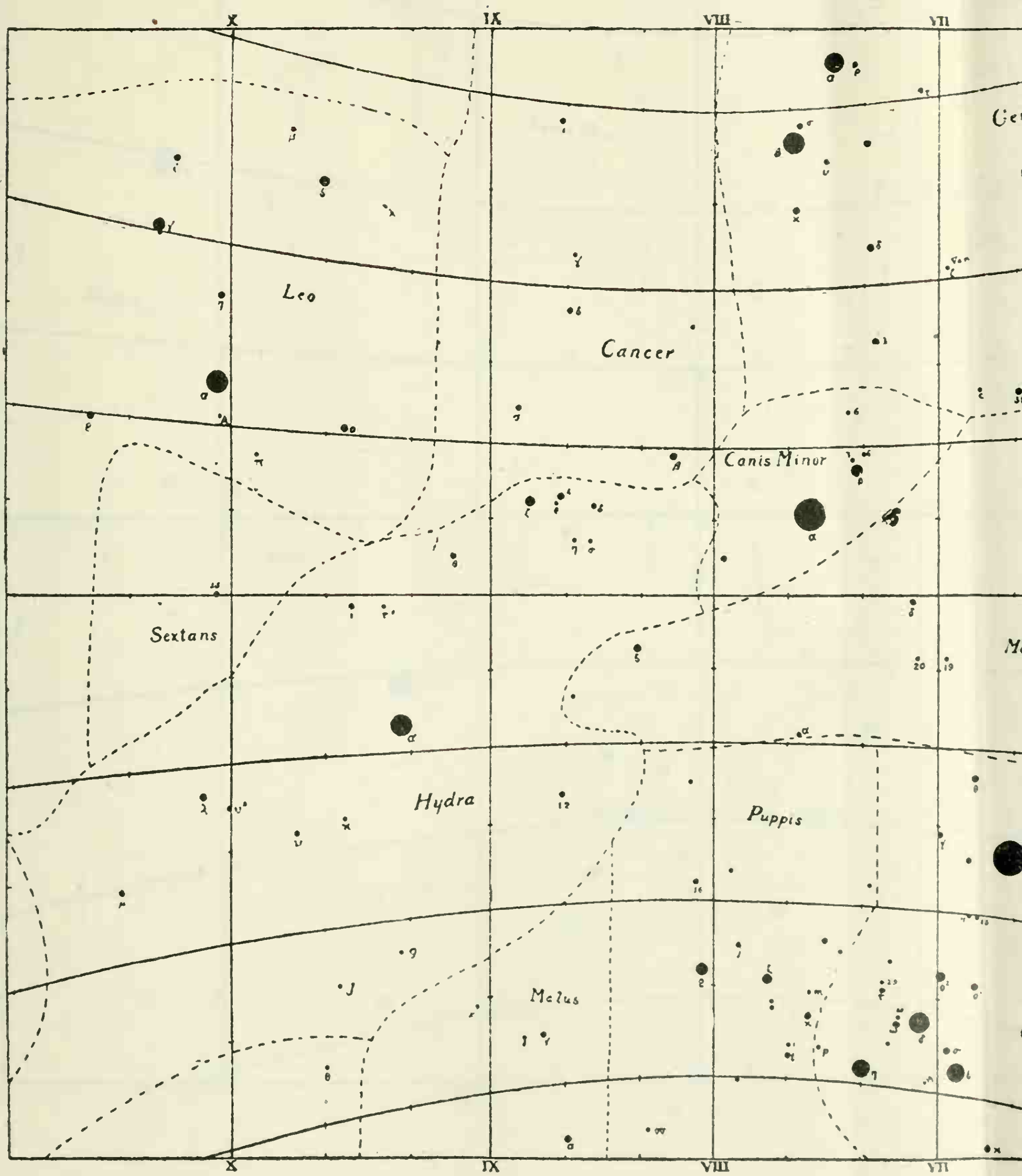
MAP IX.


VI
V
IV
III
Auriga
Gemini
Taurus
Monoceros
Orion
Eridanus
Lepus
Canis Major
Fornax

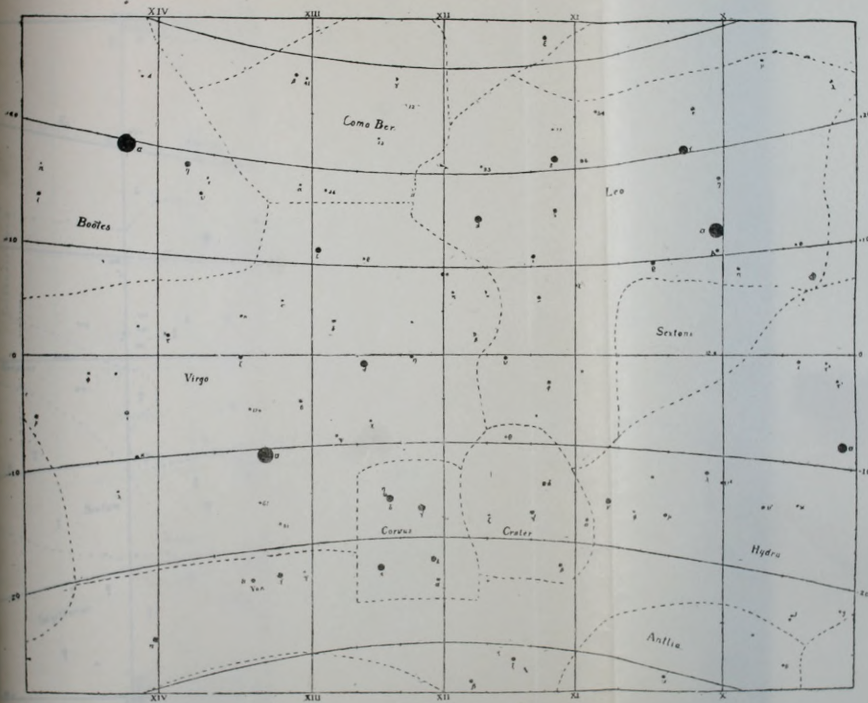
MAP IX


X
IX
VIII
VII
VI
Gemini
Taurus
Leo
Cancer
Canis Minor
Sextant
Monoceros
Orion
Hydra
Puppis
Lepus
Malus
Canis Major

Map X.

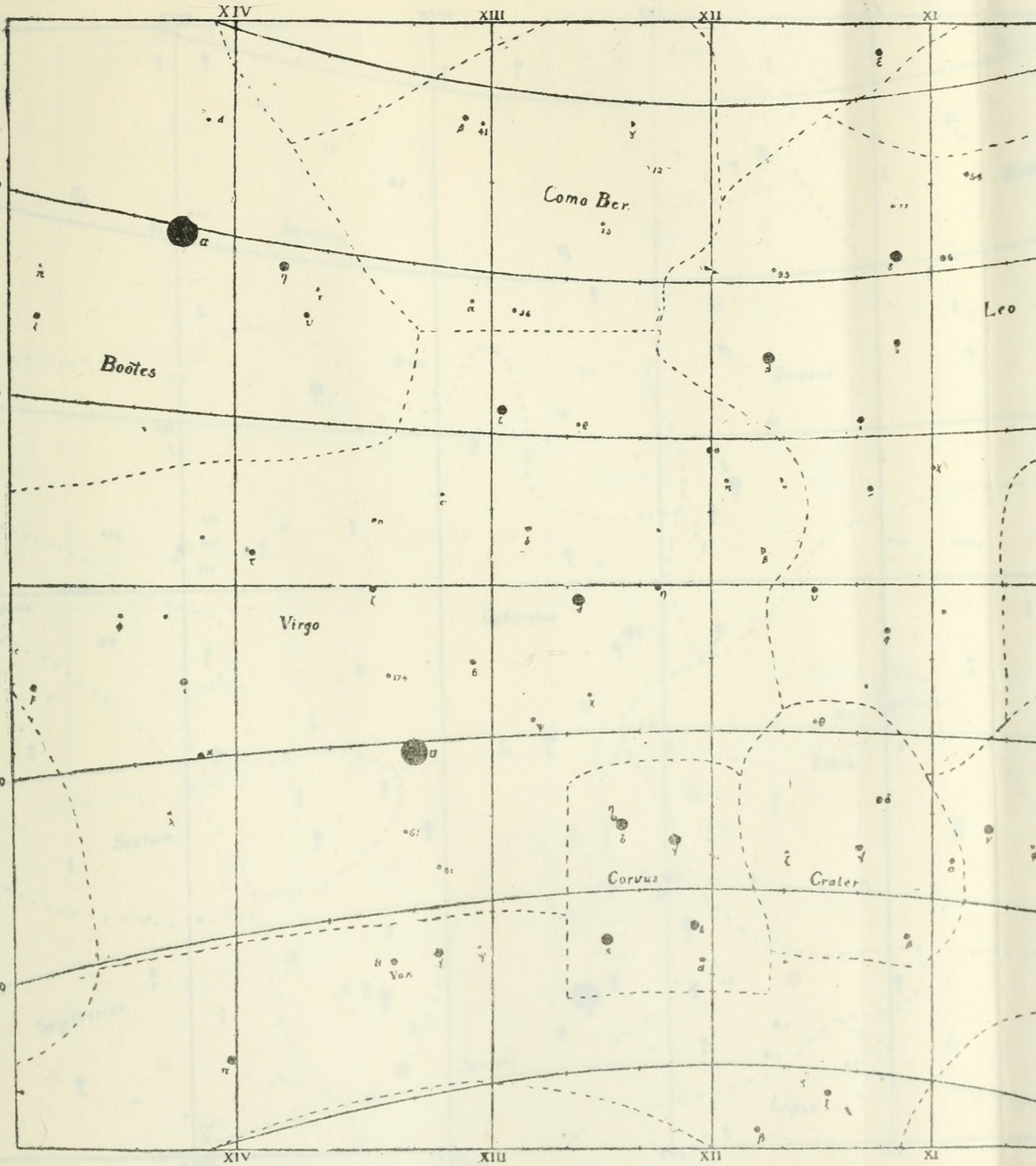

X
IX
VIII
VII
+20
+10
0
-10
-20
Leo
Cancer
Canis Minor
Sextans
Hydra
Puppis
Malus

Map X.

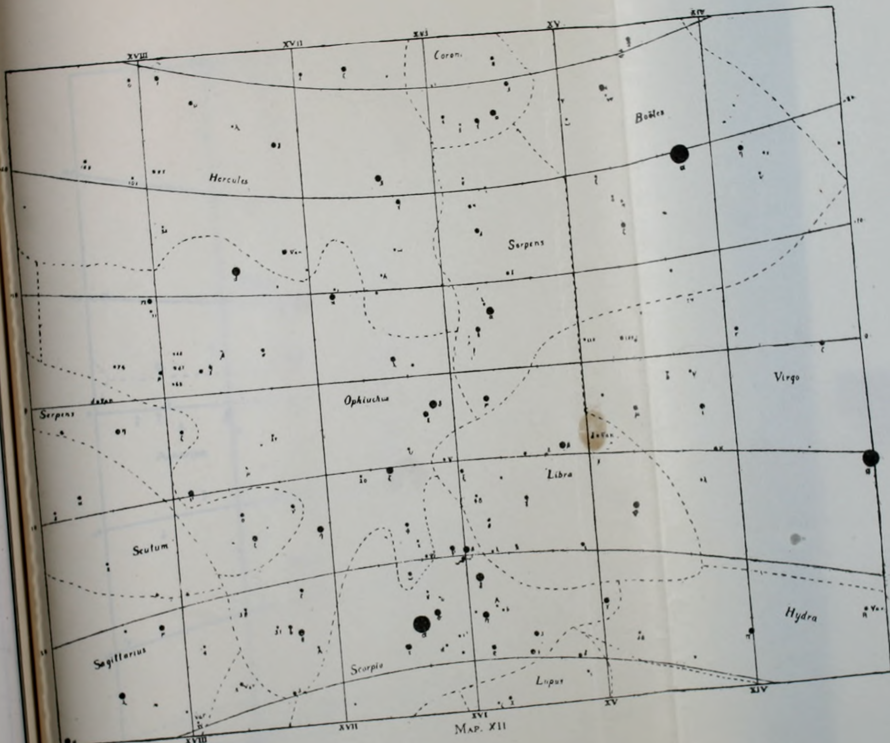


XIV
XIII
XII
XI
X
Coma Ber.
Leo
Boötes
Sextans
Virgo
Corvus
Crater
Hydra
Antlia


MAP XI.

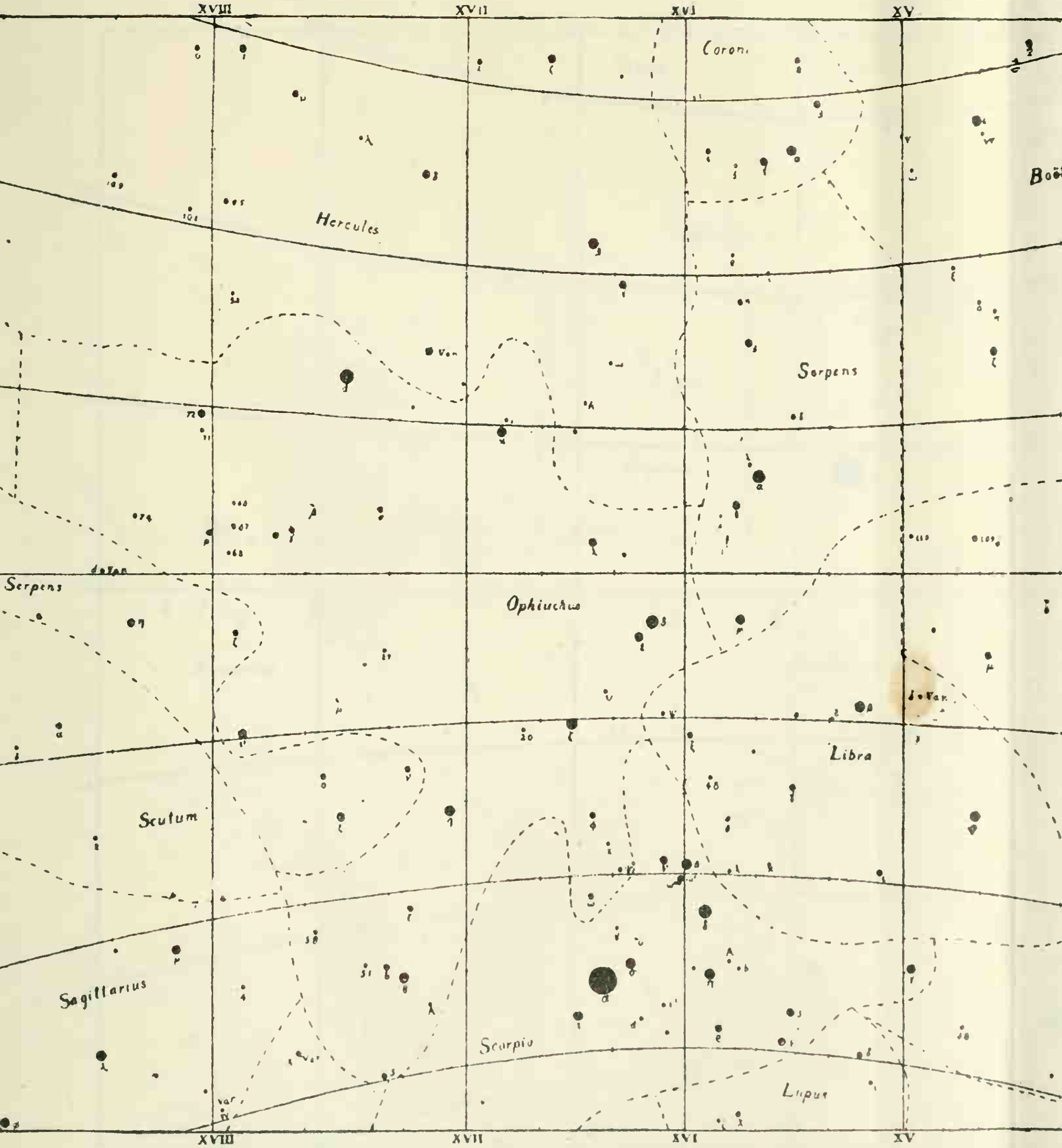

XIV
XIII
XII
XI
20
10
0
10
20
Como Ber.
Bootes
Leo
Virgo
Corvus
Crater

Map XI.

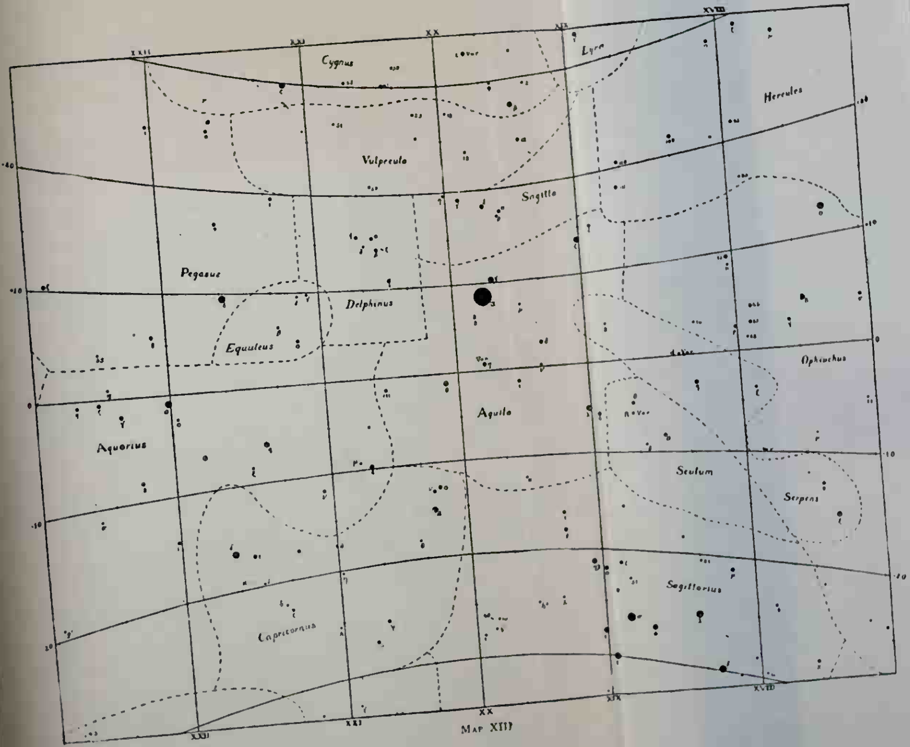


Coron.
Boötes
Hercules
Serpens
Ophiuchus
Serpens
Virgo
Libra
Scutum
Hydra
Sagittarius
Scorpio
Lupus
XVIII
XVII
XVI
XV
XIV


MAP. XII


XVIII
XVII
XVI
XV
Coron.
Boö
Hercules
Serpens
Ophiuchus
Serpens
Libra
Scutum
Sagittarius
Scorpio
Lupus
XVIII
XVII
XVI
XV

MAP. XII


XXII
XXI
XX
XIX
XVIII
Cygnus
Lyra
Hercules
Vulpecula
Sagitta
Pegasus
Delphinus
Equuleus
Aquila
Ophiuchus
Aquarius
Scutum
Serpens
Sagittarius
Capricornus

Map XIII

University of British Columbia Library
DUE DATE

ET-6 BP 74-453
cwl

UNIVERSITY OF B.C. LIBRARY
QB 741 C55 1930
Liu hsing lun.
3 9424 03133 3484

THE UNIVERSITY OF
BRITISH COLUMBIA
LIBRARY